ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chera — TEL. (04)52.71.50

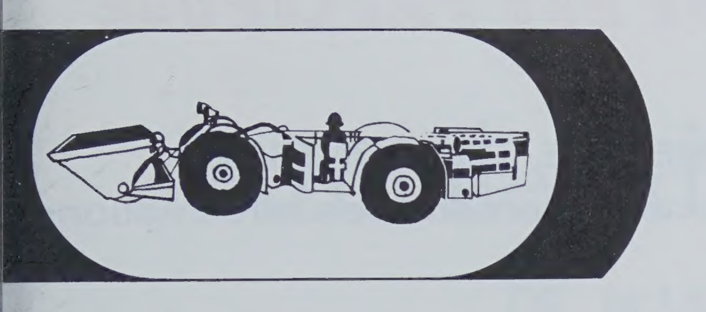
AVRIL 1968 Mensuel — N° 4 — Maandelijks APRIL 1968



Appareils respiratoires
Appareils de réanimation
Ademhalingsapparaten
Reanimatie-apparaten
Détecteurs de gaz nocifs
Detektie-apparaten voor schadelijke gassen
Masques
Filtres
Maskers
Filters
SECURITE DRAEGER VEILIGHEID
pour la PROTECTION au travail
voor VEILIGE arbeid
EXCLUSIVITE
ALLEENVERKOOP
DRAEGER
S.A. ANTHONY BALLINGS N.V.
6, AVENUE GEORGES RODENBACH LAAN, 6
BRUXELLES 3 BRUSSEL
Télex 221 92
Tel. 41 00 24 (4 l.)
BELGIQUE
GR. DUCHE
REP. CONGO
BELGIE
GR. HERTOGD.
KONGO REP.

TABLE DES ANNONCES

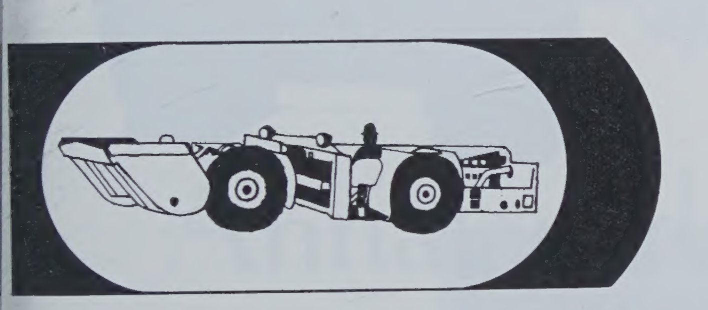
CHARGEURS WAGNER



5 modèles

	PUISSANCE	HAUTEUR	CAPACITE
MSIH	78 cv	1,60 m	765 litres
MSIF	78 cv	1,65 m	765 litres
MS 1½	78 cv	1,65 m	1150 litres
MS 2	145 cv	1,85 m	1500 litres
MS 3	195 cv	1,93 m	2500 litres

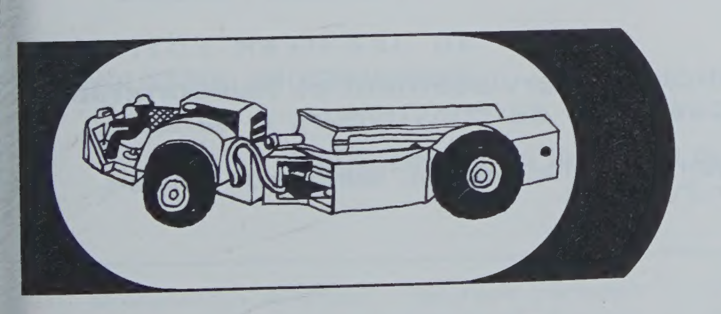
SCOOPTRAM WAGNER



7 modèles

	PUISSANCE	HAUTEUR	CAPACITE
ST 1	78 cv	1,10 m	765 litres
ST 1½	78 cv	1,21 m	1150 litres
ST 1½ A	78 cv	1,62 m	1150 litres
ST 2 A	78 cv	1,62 m	1500 litres
ST 4 A	145 cv	1,60 m	3000 litres
ST 5 A	195 cv	1,65 m	3800 litres
ST 8	250 cv	1,88 m	6000 litres

CAMIONS WAGNER



15 modèles

10 Tonnes - 3 versions : Roues avant motrices, déchargement par basculement ou par LAME POUSSEUSE

15 Tonnes - 4 versions : 2 ou 4 roues motrices déchargement par basculement ou par caisse télescopique

20 Tonnes - 3 versions : Roues avant motrices, roues arrières motrices, 4 roues motrices

23, 25, 35, 45 tonnes - 4 roues motrices.



L'ÉQUIPEMENT MINIER | 38 rue du Louvre, 75 / Paris 1er | 69 rue de Maréville, Laxou, 54/Nancy



ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chera — TEL. (04)52.71.50

AVRIL 1968 — Mensuel — N° 4 — Maandelijks — APRIL 1968

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

N° 4 - Avril 1968

ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

Nr 4 - April 1968

Direction-Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie-Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chera — TEL. (04)52.71.50

Sommaire - Inhoud

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES

BRUXELLES 5 • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • BRUSSEL 5

Rue Borrens, 37-41 - Borrensstraat — TEL. 48.27.84 - 47.38.52

Dépôt légal : D/1968/0168

Wettelijk depot : D/1968/0168

BASSINS MINIERS / MIJNBEKKENS — Périodes / Perioden	Production nette / Netto produktie t	Consomm. propre et Fournit. au pers. / Eigen verbr. en levering aan het pers.	Stocks / Voorraden t	Jours ouvrés / Gewerkte dagen	PERSONNEL — PERSONEEL: Nombre d'ouvriers / Aantal arbeiders: Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Indices - Indices: Taille / Pijler	Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Rendement (kg) / Rendement (kg): Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Présences (1) / Aanw. (%): Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Mouvem. main-d'œuvre / Werkkrachten schomm.: Belges / Belgen	Etrangers / Vreemdel.	Total / Totaal	Grisou capté et valorisé / Opgevangen en gevaloriseerd mijngas m³ à 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
Borinage-Centre - Borinage-Centrum	147.410	10.650	333.189	21,13	3.817	5.481	0,259	0,549	0,799	1.821	1.252	75,99	79,28	— 19	— 43	— 62	—
Charleroi - Charleroi	304.942	31.930	688.969	20,90	7.681	10.994	0,234	0,549	0,818	1.820	1.222	80,48	82,40	— 31	— 65	— 96	4.091.922
Liège - Luik	147.558	14.057	330.045	20,84	5.107	7.062	0,304	0,739	1,039	1.323	963	84,93	86,41	— 21	— 19	— 40	—
Kempen - Campine	714.347	47.415	1.291.494	19,00	16.791	21.680	0,144	0,465	0,608	2.148	1.645	91,10	91,99	— 63	— 99	— 162	1.935.187
Le Royaume - Het Rijk	1.314.257	104.052	2.643.697	20,01	32.986	44.665	0,196	0,525	0,726	1.905	1.376(3)	85,69	87,06	— 135	— 226	— 361	6.027.109(2)
1967 Novembre - November	1.430.505	101.941	2.849.048	21,20	33.975	45.897	0,193	0,523	0,718	1.911	1.392	85,48	86,90	— 222	— 223	— 445	5.809.837(2)
Octobre - Oktober	1.404.658	100.223	2.850.689	21,61	33.681	45.685	0,197	0,537	0,742	1.861	1.348	84,44	86,17	— 298	— 248	— 546	5.368.612(2)
1966 Décembre - December	1.527.724	115.748	3.045.509	21,39	37.887	51.242	0,210	0,549	0,758	1.822	1.319	86,10	87,52	— 79	+ 17	— 62	5.561.884(2)
M.M.	1.458.276	104.342	3.045.509	19,72	40.231	54.455	0,219	0,569	0,787	1.758	1.270	85,07	86,66	— 435	— 617	—1052	4.938.413
1965 M.M.	1.648.843	116.857	2.419.050	20,46	46.591	62.582	0,227	0,602	0,825	1.660	1.212	83,62	85,46	— 346	— 480	— 826	6.588.896
1964 M.M.	1.775.376	118.885	1.488.665	21,33	50.710	68.032	0,237	0,635	0,866	1.574	1.155	83,71	85,66	— 291	+ 323	+ 32	5.514.722
1963 id.	1.784.827	123.384	454.006	21,60	48.966	67.113	0,214	0,614	0,858	1.629	1.166	83,14	85,22	— 265	+ 237	— 28	5.721.228
1962 id.	1.768.804	124.240	1.350.544	21,56	52.028	71.198	0,224	0,610	0,853	1.624	1.156	81,17	83,82	— 411	+ 2	— 409	5.848.183
1961 id.	1.794.661	143.935	4.378.050	21,40	45.571	63.935	0,246	0,649	0,916	1.541	1.092	80,82	83,62	— 356	— 550	— 906	5.691.675
1960 id.	1.872.443	176.243	6.606.610	20,50	51.143	71.460	0,268	0,700	0,983	1.430	1.018	81,18	83,70	— 753	— 745	—1498	5.702.727
1956 id.	2.455.079	254.456	179.157	23,43	82.537	112.943	0,35	0,86	1,19	1.156	838	84,21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1954 id.	2.437.393	270.012	2.806.020	24,04	86.378	124.579	0,38	0,91	1,27	1.098	787	83,53	85,91	— 63	— 528	— 591	4.604.060
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24,42	102.081	145.366	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24,20	91.945	131.241	-	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24,10	105.921	146.084	—	1,37	1,89	731	528	—	—	—	—	—	—
1968 Sem. du 18 au 24-5 / Week van 18 tot 24-5	224.301	—	2.556.755	3,59	33.303	46.175	—	0,531	0,742	1.884	1.348	83	86	—	—	— 99	—

N. B. — (1) Uniquement les absences individuelles. — Alléén individuële afwezigheid.
(2) Dont environ 5 % non valorisé. — Waarvan ongeveer 5 % niet gevaloriseerd.
(3) Sans les effectifs de maîtrise et de surveillance : Fond : 2143 ; Fond et surface : 1527 — Zonder het meester- en toezichtpersoneel mede te rekenen : Ondergrond 2143 ; onder- en bovengrond : 1527.

BELGIQUE — FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES — DECEMBRE 1967
BELGIE — LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS t — DECEMBER 1967

PERIODES / PERIODEN	Foyers domestiques, artisanat, commerce, administrations, publiques	Huisbrand, kleinbedrijf, handel, openbare diensten	Cokeries / Cokesfabrieken	Fabriques d'agglomérés / Agglomeratenfabr.	Centrales électr. publiques / Openbare elektr. centrales	Sidérurgie / IJzer- en staalnijverheid	Fabrications métall. / Metaalverwerkende nijverheden	Metaux non ferreux / Non-ferro metalen	Chimie / Chemische nijverh.	Chemins de fer et autres transports / Spoorwegen en ander vervoer	Textiles, habillement, cuir / Textiel, kleding, leder	Denr. alim., boissons, tabacs / Voedingswaren, dranken, tabak	Produits minéraux non métalliques	Niet metalen delfstoffen	Pâtes à papier, papier / Papierpulp, papier	Industries diverses / Allerlei nijverheidstakken	Exportations / Uitvoer	Total du mois / Tot. v. d. maand
1967 Décembre - December	206.763		541.375	90.959	363.906	23.697	4.850	11.178	2.134	8.217	1.208	5.455	11.352		5.502	7.896	106.871	1.381.363
Novembre - November	180.350		549.295	78.868	304.299	13.640	3.971	9.439	1.612	4.956	1.360	15.384	15.656		5.042	7.103	106.253	1.297.228
Octobre - Oktober	153.973		549.259	60.821	339.020	13.681	2.993	12.068	1.262	4.513	626	9.655	19.276		3,940	4.388	134.304	1.309.779
		(2)												(3)				
1966 Décembre - December	189.939	16.870	471.730	97.372	369.545	16.670	6.072	13.971	1.938	8.274	1.945	5.422	14.307	11.817	5.691	22.842	140.773	1.395.198
M.M.	174.956	12.534	466.091	76.426	334.405	13.655	4.498	15.851	6.366	7.955	1.286	5.486	15.996	11.063	5.558	14.288	99.225	1.265.649
1965 M.M.	199.055	13.850	514.092	82.985	328.016	9.420	6.730	19.999	10.123	15.861	1.453	7.909	18.819	27.628	7.295	13.802	152.092	1.429.129
1964 M.M.	217.027	14.940	526.285	112.413	294.529	8.904	7.293	21.429	13.140	23.176	2.062	13.632	22.867	57.211	10.527	15.150	169.731	1.530.316
1963 M.M.	300.893	15.952	550.211	149.315	271.797	9.759	8.376	19.453	22.480	35.888	3.714	15.319	23.929	59.790	13.213	14.933	155.655	1.670.677
1962 M.M.	278.231	13.871	597.719	123.810	341.233	8.112	10.370	21.796	23.376	45.843	3.686	17.082	26.857	65.031	13.549	20.128	223.832	1.834.526
1961 M.M.	260.895	13.827	608.290	92.159	344.485	8.240	8.989	33.515	22.660	54.590	6.120	18.341	29.043	61.957	13.381	22.202	237.800	1.836.494
1960 M.M.	266.847	12.607	619.271	84.395	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	32.328(1)	353.828	2.224.332
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921(1)		275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669

N. B. — (1) Y compris le charbon fourni aux usines à gaz. — Daarin begrepen de steenkolen aan de gasfabrieken geleverd.
(2) Jusque fin 1966 : fourniture aux administrations publiques. — Tot einde 1966 : levering aan openbare diensten

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Fours en activité - Ovens in werking: Batteries Batterijen	Fours en activité - Ovens in werking: Fours Ovens	Charbon - Steenkolen (t) Reçu - Ontv.: Belge Inheemse	Charbon - Steenkolen (t) Reçu - Ontv.: Etranger Uitheemse	Charbon - Steenkolen (t): Enfourné In de oven geladen	Huiles combustibles Stookolie (t)	Coke - Cokes (t) Production - Produktie: Gros coke Dikke cokes > 80 mm	Production - Produktie: Autres Andere	Production - Produktie: Total Totaal	Consomm. propre Eigen verbruik	Livr. au personnel Levering aan pers.	Débit - Afzet: Sect. domest., artisanat et admin. publ.	Débit - Afzet: Huis. sektor, kleinbedrijf en openb. diensten	Débit - Afzet: Sidérurgie IJzer- en staalnijverheid	Débit - Afzet: Centr. électr. publiques Openb. elektr. centrales	Débit - Afzet: Chemins de fer Spoorwegen	Débit - Afzet: Autres secteurs Andere sektors	Débit - Afzet: Exportation Uitvoer	Débit - Afzet: Total Totaal	Stock fin de mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Te werk gestelde arb.
Sidér. - V. staalfabr.	31	1.080	409.180	182.252	579.454	48	380.903	65.264	446.167	59	4.192									46.850	2.118
Autres - Andere . .	12	352	128.639	80.250	208.240	1.091	102.593	56.150	158.743	570	883									86.090	1.171
Royaume - Rijk . .	43	1.432	537.819	208.889	787.694	1.139	483 496	121.414	604.910	629	5.075	15.677		476.716	78	1.042	44.713	48.335	586.561	132.940	3.289
1967 Nov. - Nov. .	43	1.433	512.441	237.212	747.272	982	468.236	107.442	575.678	701	5.238	13.147		465.714	125	1.008	46.451	52.115	578.560	120.296	3.304
Oct. - Okt. . .	43	1.433	534.826	287.160	769.344	797	487.249	104.426	591.675	102	4.502	8.853		477.671	13	1.105	41.677	66.195	595.514	128.275	3.307
												(2)	(3)								
1966 Déc. - Dec. . .	43	1.439	473.087	318.065	758.058	2.379	462.879	118.970	581.849	1.208	6.134	15.701	1.391	452.057	33	1.760	51.675	56.982	579.599	188.726	3.524
M.M.	43	1.439	465.298	283.631	757.663	1.468	461.970	118.145	580.115	1.306	5.142	11.595	1.342	442.680	117	1.010	44.278	66.884	567.906	188.726	3.524
1965 M.M.	46	1.500	502.454	306.408	797.919	1.185	479.498	131.646	611.144	1.854	5.898	14.255	1.548	466.242	61	1.097	47.386	76.499	607.088	119.973	3.868
1964 M.M.	49	1.612	520.196	283.612	805.311	840	485.178	131.291	616.469	1.759	5.640	13.562	1.833	483.554	83	1.209	48.159	59.535	607.935	161.531	3.998
1963 M.M.	51	1.668	537.432	254.416	779.546	1.153	469.131	131.231	600.362	6.274	5.994	16.368	2.766	461.484	431	2.223	50.291	60.231	593.794	147.877	4.109
1962 M.M.	49	1.574	581.012	198.200	778.073	951	481.665	117.920	599.585	6.159	5.542	14.405	2.342	473.803	159	1.362	46.384	53.450	591.905	217.789	4.310
1961 M.M.	47	1.561	594.418	180.303	777.477	26.422(1)	475.914	124.904	600.818	5.964	4.877	11.308	2.739	452.985	323	1.041	52.213	72.680	593.289	265.942	3.775
1960 M.M.	49	1.581	614.508	198.909	811.811	23.059(1)	502.323	124.770	627.093	7.803	5.048	12.564	2.973	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	3.821
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538	5.003	433.510	1.918	2.200	56.636	76.498	591.308	87.208	4.137
1954 M.M.	42	1.444	479.201	184.120	663.321	5.813(1)	407.062	105.173	512.235	15.639	2.093	14.177	3.327	359.227	3.437	1.585	42.996	73.859	498.608	127.146	4.270
1948 M.M.	47	1.510	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 M.M.	56	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 M.M.	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

N. B. — (1) En hl. - in hl. — (2) Secteur domestique et artisanat - huisbrand en kleinbedrijf. — (3) Services publics - Openbare diensten. — Ces deux rubriques sont réunies depuis janvier 1967 ; beide rubrieken zijn verenigd sedert januari 1967.

BELGIQUE
BELGIE

COKERIES
COKESFABRIEKEN

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Gaz - Gas 1.000 m³, 4.250 kcal, 0° C, 760 mm Hg: Production Produktie	Consomm. propre Eigen verbruik	Débit - Afzet: Synthèse Ammon. fabr.	Débit - Afzet: Sidérurgie Staalnijverh.	Débit - Afzet: Autres industr. Andere bedr.	Débit - Afzet: Distrib. publ. Stadsgas	Sous-produits Bijprodukten (t): Goudron brut Ruwe teer	Ammoniaque Ammoniak	Benzol
Sidérurg. - V. staalfabrieken .	199.579	98.167	10.864	83.601	3.037	53.509	16.089	4.841	3.474
Autres - Andere	75.475	32.868	26.981	—	512	31.413	6.018	1.772	1.906
Le Royaume - Het Rijk . . .	275.054	131.035	37.845	83.601	3.549	84.922	22.107	6.613	5.380
1967 Novembre - November .	261.551	124.121	35.396	81.138	3.314	79.396	20.929	6.222	5.053
Octobre - Oktober . . .	269.093	126.105	36.964	81.318	3.785	77.762	21.402	6.397	5.132
1966 Décembre - December .	267.506	125.090	38.716	79.391	4.304	81.141	21.784	6.348	5.230
M.M.	262.398	124.317	47.994	71.338	7.323	76.315	21.297	6.415	5.053
1965 M.M.	280.889	131.875	79.215	68.227	7.117	76.506	23.501	6.745	5.687
1964 M.M.	282.815	132.949	75.748	69.988	6.267	77.530	23.552	6.764	5.470
1963 M.M.	279.437	128.124	73.628	66.734	5.166	82.729	23.070	6.374	5.321
1962 M.M.	280.103	128.325	69.423	67.162	7.589	82.950	23.044	6.891	5.239
1961 M.M.	274.574	131.894	71.334	63.184	8.869	76.584	22.451	6.703	5.619
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116	12.284	77.950	22.833	7.043	5.870
1956 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	20.628	7.064	5.569
1954 M.M.	233.182	135.611	69.580	46.279	5.517	68.791	15.911	5.410	3.624
1948 M.M.	105.334	—	—	—	—	—	16.053	5.624	4.978
1938 M.M.	75.334	—	—	—	—	—	14.172	5.186	4.636

FABRIQUES D'AGGLOMERES
AGGLOMERATENFABRIEKEN

DECEMBRE 1967
DECEMBER 1967

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets Eierkolen	Briquettes Briketten	Total Totaal	Consommation propre Eigen verbruik (t)	Livraison au personnel Lever. aan het personeel (t)	Mat. prem. Grondstoffen (t): Charbon Steenkool	Brai Pek	Ventes et cessions Verkocht en afgestaan (t)	Stock fin du mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeid.
Min. - V. mijn.										
Indép. - Onafh.										
Total - Totaal	95.555	5.364	100.919	4.000	24.302	94.742	8.213	75.866	37.589	438
1967 Nov.-Nov. .	79.564	4.560	84.124	2.726	24.645	82.013	6.996	57.980	40.838	420
Oct.-Okt. .	61.624	4.350	65.974	2.106	18.124	63.385	5.397	44.593	42.065	407
1966 Déc.-Dec. .	97.841	4.485	102.326	3.051	24.411	9.955	8.281	77.070	48.875	482
M.M. . . .	75.315	5.645	80.950	2.316	16.191	78.302	6.329	61.598	48.875	482
1965 M.M. . . .	81.999	7.525	89.524	2.425	17.827	85.138	7.124	70.576	37.623	478
1964 M.M. . . .	109.081	10.337	119.418	2.390	18.827	115.359	9.410	94.207	53.297	498
1963 M.M. . . .	178.499	13.113	191.612	3.337	19.390	182.333	15.148	168.778	5.763	—
1962 M.M. . . .	119.386	14.134	133.520	2.920	16.708	127.156	10.135	114.940	5.315	577
1961 M.M. . . .	81.419	15.516	96.935	2.395	12.755	91.880	7.623	82.896	17.997	449
1960 M.M. . . .	77.240	17.079	94.319	2.282	12.191	84.464	7.060	77.103	32.920	473
1956 M.M. . . .	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684	647
1954 M.M. . . .	75.027	39.829	114.856	4.521	10.520	109.189	9.098	109.304	11.737	589
1948 M.M. . . .	27.014	53.834	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
1938 M.M. . . .	39.742	102.948	142.690		—	129.797	12.918	—	—	873
1913 M.M. . . .	—	—	217.387		—	197.274	—	—	—	1.911

BELGIQUE / BELGIE — BRAI / PEK t — DECEMBRE 1967 / DECEMBER 1967

PERIODE	Quantités reçues / Ontvangen hoeveelheden: Orig. indig. / Inh. oorspr.	Importations / Invoer	Total / Totaal	Consomm. totale / Totaal verbruik	Stock fin du mois / Voorr. einde maand	Exportations / Uitvoer
1967 Déc. - Dec.	6.737	301	7.038	8.213	23.403	—
Nov. - Nov.	5.206	180	5.386	6.996	24.583	669
Oct. - Okt.	4.682	—	4.682	5.397	26.193	1.125
1966 Déc. - Dec.	5.887	12	5.899	8.281	46.421	—
M.M.	4.079	382	4.461	6.329	46.421	477,2
1965 M.M.	4.739	1.593	6.332	7.122	68.987	1.147
1964 M.M.	6.515	7.252	13.767	9.410	82.198	1.080
1963 M.M.	9.082	6.969	16.051	15.148	30.720	2.218
1962 M.M.	8.832	1.310	10.142	10.135	19.963	—
1961 M.M.	7.116	451	7.567	7.516	19.887	3.984
1960 M.M.	5.237	37	5.274	7.099	22.163	3.501
1956 M.M.	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022	1.281
1952 M.M.	4.624	6.784	11.408	9 971	37.357	2.014

BELGIQUE / BELGIE — METAUX NON-FERREUX / NON FERRO-METALEN — DECEMBRE 1967 / DECEMBER 1967

PERIODE	Produits bruts - Ruwe produkten: Cuivre / Koper (t)	Zinc / Zink (t)	Plomb / Lood (t)	Etain / Tin (t)	Aluminium (t)	Antimoine, Cadmium, etc. / Antim., Cadm., enz. (t)	Total / Totaal (t)	Argent, or platine, etc. / Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Demi-finis - Half. pr.: Mét. préc. exc. / Edele metalen uitgezonderd (t)	Argent, or, platine, etc. / Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Ouvriers occupés / Te werk gestelde arbeiders
1967 Déc. - Dec.	28.059	18.872	9.708	589	498		57.726	41.106	31.657	1.828	15.671
Nov. - Nov.	27.807	18.545	9.548	592	539		57.031	40.631	31.946	2.223	15.657
Oct. - Okt.	27.571	18.726	7.979	511	534		55.321	41.800	31.894	1.818	15.615
1966 Déc. - Dec.	26.625	20.500	8.678	650	137	446	57.036	38.481	32.174	2.518	17.347
M.M.	25.286	20.960	7.722	548	**212**	**384**	**55.112**	**37.580**	32.828	2.247	18.038
1965 M.M	25.780	19.983	9.230	443	266	368	56.070	36.711	31.503	2.082	18.485
1964 M.M.	23.844	18.545	6.943	576	288	352	50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1963 M.M.	22.620	17.194	8.203	701	296	368	49.382	33.606	24.267	1.579	16.671
1962 M.M.	18.453	17.180	7.763	805	237	401	44.839	31.947	22.430	1.579	16.461
1961 M.M.	18.465	20.462	8.324	540	155	385	48.331	34.143	22.519	1.642	17.021
1960 M.M.	17.648	20.630	7.725	721	231	383	47.338	31.785	20.788	1.744	15.822
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871	228	420	43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1952 M.M.	12.035	15.956	6.757	850	557		36.155	23.833	12.729	2.017	16.227

BELGIQUE-BELGIE — SIDER

PRODU

PERIODE / PERIODE	Hauts fourneaux en activité / Hoogovens in werking	Produits bruts / Ruwe produkten: Fonte / Gietijzer	Acier en lingots / Staalblokken	Fer de masse / Loep	Produits demi-finis / Half-produkten: Pour relamin. belges / Voor Belg. herwalsers	Autres / Andere	Aciers marchands / Handelsstaal	Profilés / Profielstaal	Rails et accessoires / Spoorstaven en
1967 Décembre - December		801.391	869.400	(3)	54.658	56.242	191.345	49.759	2.18
Novembre - November		808.573	885.047	(3)	30.412	55.317	193.879	41.563	3.31
Octobre - Oktober		803.743	881.687	(3)	47.422	63.129	198.668	51.746	3.3
1966 Décembre - December	39	716.802	774.728	(3)	58.477	51.605	159.889	44.055	3.54
M.M.	40	685.805	743.056	(3)	49.224	63.777	167.800	38.642	4.4
1965 M.M.	43	697.172	764.048	(3)	46.941	82.928	178.895	33.492	5.5
1964 M.M.	44	670.548	727.548	(3)	52.380	80.267	174.098	35.953	3.38
1963 M.M.	44	576.246	627.355	(3)	59.341	45.428	170.651	26.388	4.9
1962 M.M.	45	562.378	613.479	4.805	56.034	49.495	172.931	22.572	6.9
1961 M.M.	49	537.093	584.224	5.036	55.837	66.091	159.258	13.964	5.98
1960 M.M.	53	546.061	595.070	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.33
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.3
1954 M.M.	47	345.424	414.378	3.278	109.559		113.900	15.877	5.2
				(1)					
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.8
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839		43.200	26.010	9.3
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28.4

N. B. — (1) Fers finis - Afgewerkt ijzer. — (2) Tubes soudés - Gelaste pijpen. — 3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfe

Importations - Invoer (t)					
Pays d'origine / Land van herkomst / Période / Periode / Répartition / Verdeling	Charbon / Steenkolen	Coke / Cokes	Agglomérés / Agglomeraten	Lignite / Bruinkolen	Schistes / Schiefer
Allem. Occ. - W. Duitsl.	262.462	4.980	2.762	4.798	—
France - Frankrijk	13.683	1.320	3	—	—
Pays-Bas - Nederland	86.781	72.331	25.909	110	—
C.E.C.A. - E.G.K.S.	362.926	78.631	28.674	4.908	—
Roy. Uni - Veren. Koninkrijk	8.482	518	—	—	—
E.U.A. - V.S.A.	111.030	—	—	—	—
Allemagne Or. - Oost-Duitsl.	—	2.918	—	278	—
Danemark - Denemarken	—	235	—	—	—
Pologne - Polen	18.948	—	—	—	—
Suisse - Zwitserland	—	472	—	—	—
U.R.S.S. - U.S.S.R.	37.134	—	—	—	—
Pays tiers - Derde landen	175.594	4.143	—	278	—
Tot. Déc. 1967 - tot. Dec.	538.520	82.774	28.674	5.186	—
1967 Novembre - November	480.443	84.442	22.238	3.899	—
Octobre - Oktober	513.749	83.342	22.201	4.549	—
1966 Décembre - December	580.344	50.387	27.449	4.856	—
M.M.	513.024	46.053	28.470	5.569	—
Repartition - Verdeling :					
1) Sect. dom. - Huisel. sektor	184.865	2.291	28.749	5.186	—
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	338.140	80.483	—	—	—
Réexportation - Wederuitvoer	—	—	—	—	—
Mouv. stocks - Schomm. voorr.	+15.515	—	—75	—	—

Exportations - Uitvoer (t)			
Destination / Land van bestemming	Charbons / Steenkolen	Cokes / Cokes	Agglomérés / Agglomeraten
C.E.C.A. - E.G.K.S.			
Allemagne Occ. - W. Duitsl.	10.762	1.940	—
France - Frankrijk	35.081	16.463	8786
Luxembourg - Luxemburg	40	28.446	45
Pays-Bas - Nederland	54.267	368	143
Ens. CECA - Samen EGKS	100.150	47.217	8.976
Pays tiers - Derde landen			
Autrich - Oostenrijk	—	—	25
Irlande - Ierland	4.000	—	—
Suisse - Zwitserland	1.122	—	95
Congo - Kongo	1.499	—	—
Divers - Allerlei	100	1.118	860
Ens .Pays tiers - Sam. D.-Land.	6.721	1.118	980
Ens. Décembre - Sam. December	106.871	48.335	9.956
1967 Novembre - November	106.253	52.115	7.264
Octobre - Oktober	134.304	66.195	7.961
1966 Decembre - December	140.773	56.982	9.708
M.M.	99.225	66.884	8.127

UCTIE t

Produits finis - Eindprodukten									Produits finals Verder bew. prod.		
Fil machine / Walsdraad	Tôles fortes / Dikke platen ≥ 4,76 mm	Tôles moyennes / Middeldikke platen 3 à 4,75 mm / 3 tot 4,75 mm	Larges plats / Universeel staal	Tôles fines noires / Dunne platen niet bekleed	Feuillards bandes à tubes / Bandstaal / Banden v. buizenstrip	Ronds et carrés pour tubes / Rond en vierkant staafmat. voor buizen	Divers / Allerlei	Total des produits finis / Totaal der afgewerkte produkten	Tôles galv., plomb. et étamées / Verzinkte, verlode en vertinde platen	Tubes d'acier / Stalen buizen	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeiders
83.359	73.229	33.406	1.620	203.857	29.491	1.357	1.337	670.940	47.757	21.981	48.096
83.924	67.704	29.212	1.673	190.413	31.548	2.525	2.704	648.458	49.831	17.667	48.143
82.075	73.013	25.560	2.021	201.829	29.103	2.644	3.096	673.077	53.153	19.913	48.176
89.148	71.543	24.977	796	183.238	33.428	2.979	1.378	614.972	51.994	24.433	48.722
77.133	68.572	25.289	2.073	149.511	32.752	4.409	1.636	572.303	46.916	22.462	49.651
76.528	65.048	23.828	3.157	137.246	31.794	1.710	2.248	559.478	43.972	21.317	52.776
72.171	47.996	19.976	2.693	145.047	31.346	1.181	1.997	535.840	49.268	22.010	53.604
60.146	35.864	13.615	2.800	130.981	28.955	124	2.067	476.513	47.962	18.853	53.069
53.288	41.258	7.369	3.526	113.984	26.202	290	3.053	451.448	39.537	18.027	53.066
51.170	42.014	6.974	3.260	95.505	23.957	383	2.379	404.852	32.795	15.853	51.962
53.567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810
										(2)	
40.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
36.301	37.473	8.996	2.153	40.018	25.112	—	2.705	307.782	20.000	3.655	41.904
28.979	28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
10.603	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
11.852	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

Production Produktie	Unité - Eenheid	Déc. - Dec. 1967	Nov. - Nov. 1967	Déc. - Dec. 1966	M.M. 1966
Porphyre - Porfier :					
Moëllons - Breuksteen . .	t	32.507	41.497	7.876	12.449
Concassés - Puin . . .	t	461.109	518.012	415.482	336.267
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t		—	—	—
Petit granit - Hardsteen :					
Extrait - Ruw	m³	16.917	22.085	19.741	24.046
Scié - Gezaagd	m³	6.314	6.458	6.617	6.667
Façonné - Bewerkt . . .	m³	1.115	1.277	1.241	1.748
Sous-prod. - Bijprodukten	m³	13.705	16.851	15.271	21.788
Marbre - Marmer :					
Blocs équarris - Blokken .	m³	332	398	504	622
Tranches - Platen (20 mm)	m²	35.356	38.656	42.990	49.639
Moëllons et concassés - Breuksteen en puin . .	t	2.329	2.798	1.975	2.098
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg	38.364	30.640	18.499	25.240
Grès - Zandsteen :					
Moëllons bruts - Breukst.	t	7.841	17.205	14.997	20.485
Concassés - Puin . . .	t	46.322	112.856	52.197	92.229
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t	257	232	752	1.102
Divers taillés - Diverse .	t	3.899	11.912	5.105	6.451
Sable - Zand :					
pr. métall. - vr. metaaln.	t	83.942	90.329	89.644	96.715
pr. verrerie - vr. glasfabr.	t	116.761	134.021	117.071	115.960
pr. constr. - vr. bouwbedr.	t	222.777	380.213	288.405	364.615
Divers - Allerlei . . .	t	77.904	90.694	90.432	104.709
Ardoise - Leisteen :					
pr. toitures - vr. dakwerk	t	548	567	566	560
Schiste ard. - Dakleien -	t	167	231	209	298
Coticule - Slijpstenen . .	kg	2.865	2.999	4.168	3.761

Production Produktie	Unité - Eenheid	Déc. - Dec. 1967	Nov. - Nov. 1967	Déc. - Dec. 1966	M.M. 1966
Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :					
Gravier - Grind . .	t	265.029	462.253	252.488	363.457
Sable - Zand . . .	t	65.656	86.531	47.728	62.120
Calcaires - Kalksteen . .	t	1.057.833	1.276.100	886.381	945.570
Chaux - Kalk	t	193.027	209.995	188.034	186.160
Phosphates - Fosfaat . .		(c)	(c)	(c)	(c)
Carbonates naturels - Natuurcarbonaat . . .	t	74.383	81.718	69.983	84.618
Chaux hydraul. artific. - Kunstm. hydraul. kalk .	t	(c)	(c)	(c)	(c)
Dolomie - Dolomiet :					
crue - ruwe	t	77.321	89.541	61.963	66.994
frittée - witgegloeide .	t	25.551	25.529	27.234	26.593
Plâtres - Pleisterkalk . .	t	3.685	6.730	6.004	6.427
Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	m²	745.634	780.421	613.267	720.868
Silex - Vuursteen :					
broyé - gestampt . .					
pavé - straatsteen . .	t	709	926	415	404
Feldspath et Galets - Veldspaat en Strandkeien	t	(c)	(c)	(c)	(c)
Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartsiet . .	t	19.653	24.082	13.286	21.711
Argiles - Klei	t	10.809	16.795	10.134	15.094
Personnel - Personeel : Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders		9.928	10.092	10.252	10.690

(c) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

COMBUSTIBLES SOLIDES — C.E.C.A. ET GRANDE-BRETAGNE — DECEMBRE 1967
VASTE BRANDSTOFFEN — E.G.K.S. EN GROOT-BRITTANNIE — DECEMBER 1967

PAYS LAND	Houille produite Geproduc. steenkool (1.000 t)	Ouvr. inscrits Ingeschr. arb. (1.000) Fond Ondergrond	Ouvr. inscrits (1.000) Fond et surface Onder- en bovengrond	Rendement (ouvr./poste) (arb./ploeg) (kg) Fond Ondergrond	Rendement (kg) Fond et surface Onder- en bovengrond	Jours ouvrés Gewerkte dagen	Absentéisme Afwezigheid % Fond Ondergrond	Absentéisme % Fond et surface Onder- en bovengrond	Coke de four produit Geproduceerde ovencokes (1.000 t)	Agglomérés produits Geproduceerde agglomeraten (1.000 t)	Stocks Voorraden (1.000 t) Houille Kolen	Stocks (1.000 t) Coke Cokes
Allemagne Occ. - West-Duitsl.												
1967 Déc. - Dec.	9.012	159	245	3.423	2.689	19,01	17,31	—	2.993	273	16.823	3.960
1966 M.M.	10.968	187	287	2.926	2.299	21,26	22,38	—	3.317	334	16.973	5.469
Déc. - Dec.	10.158	187	287	3.031	2.374	20,40	17,90	—	3.128	288	16.973	5.469
Belgique - België												
1967 Déc. - Dec.	1.314	42	55	1.905	1.376	20,01	14,31	12,94	605	101	2.644	133
1966 M.M.	1.458	48	62	1.758	1.270	19,72	14,93(1)	13,34(1)	580	81	3.046	189
Déc. - Dec.	1.528	48	62	1.822	1.319	21,39	13,90	12,48(1)	582	102	3.046	189
France - Frankr.												
1967 Déc. - Dec.	4.048	90	129	2.332	1.594	22,41	10,72	7,96(2)	1.125	481	11.723	643
1966 M.M.	4.195	103	144	2.104	1.456	22,86	11,07	7,36(2)	1.077	421	10.476	622
Déc. - Dec.	4.389	100	141	2.149	1.493	23,44	11,12	7,67(2)	1.153	516	10.476	622
Italie - Italië												
1967 Déc. - Dec.	30	0,9	1,5	2.986	(3)	(3)	(3)	(3)	551	14	18	221
1966 M.M.	35	1,0	1,5	2.786	(3)	(3)	(3)	(3)	522	6	25	393
Déc. - Dec.	31	1,0	1,5	2.536	(3)	(3)	(3)	(3)	522	12	25	393
Pays-B. - Nederl.												
1967 Déc. - Dec.	557	14,9	23,5	2.555	(3)	(3)	(3)	(3)	261	83	920	250
1966 M.M.	860	21,6	30,9	2.305	(3)	(3)	(3)	(3)	319	102	1.383	580
Déc. - Dec.	806	19,4	30,9	2.305	(3)	(3)	(3)	(3)	302	88	1.383	580
Communauté - Gemeenschap												
1967 Déc. - Dec.	15.366	303,6		2.919	(3)	(3)	(3)	(3)	5.523	955	32.570	5.180
1966 M.M.	17.516	372,5	513,6	2.608	(3)	(3)	(3)	(3)	5.822	944	32.146	7.252
Déc. - Dec.	17.380	350,6	490,1	2.662	(3)	(3)	(3)	(3)	5.687	1.006	32.146	7.252
Grande-Bretagne - Groot-Brittannië				**à front / in front**							**en 1.000 t / in 1.000 t**	
1967 Semaine du 24 au 30-12 Week van 24 tot 30-12	1.123	301	382	6.029	1.742	(3)	(3)	23,70	(3)	(3)	27.295	(3)
1966 Moy. hebd. Wekel. gem.	3.358	338	427	5.732	1.847	(3)	(3)	17,64	(3)	(3)	18.599	(3)
Semaine du 25 au 31-12 Week van 25 tot 31-12	1.165	326	414	5.464	1.587	(3)	(3)	22,27	(3)	(3)	18.249	(3)

N. B. — (1) Absences individuelles seulement - Alléén individuële afwezigheid. — (2) Surface seulement - Bovengrond alléén. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

Stabilisation de l'aérage en cas d'incendie

Exposé documentaire sur la théorie du Professeur BUDRYK

Professeur d'exploitation des mines, Recteur de l'Académie des Sciences de Cracovie,

par un groupe d'experts de l'**Organe Permanent** pour la Sécurité dans les Mines de Houille

---

NOTE LIMINAIRE

par R. STENUIT, Directeur Divisionnaire des Mines

On trouvera ci-après un exposé documentaire analysant la théorie originale de Budryk sur la stabilisation de l'aérage dans les travaux souterrains des mines de houille et dégageant ses possibilités d'application dans les mines de la Communauté.

Cet exposé, à caractère scientifique, sera suivi de conclusions à portée pratique, lesquelles sont actuellement soumises à l'Organe Permanent pour la sécurité dans les mines de houille.

L'exposé comprend 7 chapitres et 9 annexes.

VOORWOORD

door R. STENUIT, Divisiedirecteur der Mijnen

De hiernavolgende gedocumenteerde uiteenzetting behandelt de oorsdpronkelijke theorie van Budryk over de stabilisering van de luchtverversing in de ondergrondse werken van de kolenmijnen en geeft er de toepasingsmogelijkheden van voor de mijnen van de Gemeenschap.

Het betreft een wetenschappelijk opgevatte uiteenzetting, die gevolgd wordt door besluiten van praktische aard, die momenteel bestudeerd worden door het Permanent Orgaan voor de veiligheid in de steenkolenmijnen.

De uiteenzetting bevat 7 hoofdstukken en 9 bijvoegsels.

Annexe I. Mines de houille de Roche-la-Molière – Incendie du Puits Combes (48 morts).

Annexe II. Catastrophe de Dukla (108 morts).

Annexe III. Influence de la température des fumées sur l'effet thermodynamique global d'un incendie.

Annexe IV. Types divers de représentations schématiques du réseau d'aérage d'une mine.

Annexe V. Méthode pratique pour l'établissement d'un schéma canonique.

Annexe VI. Exemple d'instabilité du premier ordre.

Annexe VII. Exemple d'étude de stabilité.

Annexe VIII. Expression analytique de la formule de Budryk pour un réseau ramifié.

Annexe IX. Généralisation de la formule de Budryk.

Bijvoegsel I. Steenkolenmijnen van Roche-la-Molière – Brand van de schacht Combes (48 slachtoffers).

Bijvoegsel II. Ramp van Dukla (108 slachtoffers).

Bijvoegsel III. Invloed van de temperatuur der rookgassen op het globaal thermodynamisch effect van een brand.

Bijvoegsel IV. Verschillende typen voor de schematische voorstelling van het luchtverversingsnet van een mijn.

Bijvoegsel V. Praktische methode voor het opstellen van een schma-in-regel.

Bijvoegdsel VI. Voorbeeld van onstabiliteit van de eerste orde.

Bijvoegsel VII. Voorbeeld van studie van de stabiliteit.

Bijvoegsel VIII. Analytische vorm van de formule van Budryk voor een vertakt net.

Bijvoegsel IX. Veralgemening van de formule van Budryk.

GESAMTUBERSICHT

durch R. STENUIT, Divisionnaire des Mines

Der Aufsatz enthält eine Darlegung der von Budryk stammenden Theorie über die Stabilisierung der Bewetterung in Stenkohlenbergwerken und eine Eröterung der Möglichkeiten ihrer Anwendung in den Gruben der Montanunion.

Diese wissenschaftliche Untersuchung soll ihre Fortsetzung in praktischen Schlussforgerungen finden, mit denen sich der Ständige Ausschuss für Grubensicherheit zur Zeit befasst.

Die Arbeit ist in sieben Kapitel mit neun Anlagen gegliedert.

Kap. I. Der Inhalt der Budryk-Theorie.

Kap. II. Schematische Darstellung der Wetternetze.

Kap. III. Stabilität der Wetterströme.

Kap. IV. Theorie der Stabilisierung der Wetterführung bei Grubenbränden.

Kap. V. Praktische Vorkehrungen zur Stabilisierung der Bewetterung bei einem Grubenbrand.

Kap. VI. Anwendung der Budryk-Theorie im polnischen Bergbau.

Kap. VII. Schlussfolgerungen.

Anhang I. Brand auf der Schachtanlage Combes der Steinkohlenbergwerke von Roche-la-Molière (48 Tote).

Anhang II. Grubenunglück von Dukla (108 Tote).

Anhang III. Störung der Wetterführung einer Grube durch einen offenen Grubenbrand. Einfluss der Brandgastemperatur.

PREFATORY NOTE

by R. STENUIT, Divisionnaire des Mines

The following is a documentary account which analyses Budryk's original theory of the stabilization of ventilation in underground works in coal mines and sets forth the possibilities of applying it in the mines of the European Community.

This account, of a scientific nature, will be followed by some practical conclusions, which have now been submitted to the Permanent Body for safety in the coal mines.

The report contains 7 chapters and 9 annexes.

Chap. I. Contents of Budryk's theory.

Chap. II. Diagram of the ventilatios networks.

Chap. III. Stability of the air-flows.

Chap. IV. Theory of the stabilization of ventilation in case of fire.

Chap. V. Practice of the stabilization of ventilation in case of fire.

Chap. VI. Application of Budryk's theory in the Polish mines.

Chap. VII. Conclusions.

Annex I. Coal mines of Roche-la-Molière – Fire at the Combes Pit (48 dead).

Annex II. Dukla catastrophe (108 dead).

Annex III. Influence of the temperature of the smokes on the overall thermodynamic effect of the fire.

Anhang IV. Verschiedene Möglichkeiten für die schematische Darstellung des Wetternetzes einer Grube.

Anhang V. Praktisches Verfahren zur Aufstellung des kanonischen Schemas.

Anhang VI. Beispiel einer Instabilität erster Ordnung.

Anhang VII. Beispiel für eine Stabilitätsuntersuchung.

Anhang VIII. Aufstellung der Budryk-Grundformel und ihr analytischer Ausdruck für ein verzweigtes Netz mit nur zwei Druckquellen. Anwendung der Formel auf gewisse Maschennetze.

Anhang IX. Verallgemeinerung der Budryk-Formel.

Annex IV. Various types of diagrams of the ventilation network of a mine.

Annex V. Practical method of producing a canonical scheme.

Annex VI. Example of instability of the first degree.

Annex VII. Example of a study of stability.

Annex VIII. Analytic expression of Budryk's formula for a ramified network.

Annex IX. Generalization of Budryk's formula.

SOMMAIRE

I – *Contenu de la théorie de Budryk.*

La théorie du Professeur Budryk a pour objet d'aboutir à la formulation de règles pratiques simples, dans le cas d'aérage montant, pour éviter les inversions catastrophiques de l'aérage que peuvent provoquer les fumées d'un incendie, par « effet de cheminée » dans les branches inclinées ou verticales d'un réseau.

II – *Représentation schématique des réseaux d'aérage.*

Parmi les différents types de représentation schématique indispensables pour l'étude d'un réseau d'aérage, un « schéma original » imaginé par Budryk est bien adapté à l'analyse des actions combinées de plusieurs sources aéromotrices : ventilateurs ou incendies.

III. – *Stabilité des courants d'aérage.*

Un réseau d'aérage comporte des branches stables et des branches instables.

On analyse dans ce chapitre l'instabilité des courants d'aérage dans son ensemble et on précise les cas auxquels s'applique particulièrement la théorie de Budryk.

IV – *Théorie de la stabilisation de l'aérage en cas d'incendie.*

Etablie pour le cas courant où l'effet aéromoteur, créé par un incendie dans une branche en aérage montant, est concordant avec l'action de la ventilation principale, la théorie aboutit à une formule fondamentale simple qui exprime les conditions à respecter pour garantir la stabilité du sens de l'aérage dans une branche menacée d'inversion.

V – *Pratique de la stabilisation de l'aérage en cas d'incendie.*

Partant de la formule fondamentale, on met en lumière les différentes interventions à faire sur les résistances du réseau et sur les sources aéromotrices pour éviter les inversions d'aérage ou en limiter les conséquences.

ANNEXES

I – *Mines de houille de Roche-la-Molière – Incendie du puits Combes (48 morts).*

Exposé d'une catastrophe due à une inversion d'aérage ayant pour origine un incendie de soutènement.

II – *Catastrophe de Dukla (108 morts).*

Extrait sommaire de l'analyse d'une catastrophe due à l'envahissement de plusieurs quartiers par les fumées d'un incendie provenant d'un incendie localisé.

III – *Influence de la température des fumées sur l'effet thermodynamique global d'un incendie.*

Dans cette annexe on discute l'effet de freinage et l'effet de cheminée qui proviennent de l'action thermodynamique d'un incendie. La résultante de ces deux effets passe par un maximum pour une température limitée. On en déduit une expression mathématique pour l'évaluation du risque d'inversion dans un cas courant simple.

IV – *Types divers de représentations schématiques du réseau d'aérage d'une mine.*

Ils permettent de comparer entre eux, et notamment avec le schéma imaginé par Budryk, les différents modes de représentation schématique.

V – *Méthode pratique pour l'établissement d'un schéma canonique.*

VI – *Exemple d'instabilité du premier ordre.*

C'est l'exemple d'un inversion d'aérage dans des diagonales, survenue au cours d'une lutte contre un incendie.

VII – *Exemple d'étude de stabilité.*

Il met en lumière d'une part les risques d'inversion existant dans un réseau d'aérage classique et d'autre part l'intérêt de représentations telles que le schéma imaginé par Budryk, pour les analyser.

VI – *Application de la théorie de Budryk dans les mines polonaises.*

Exposé rédigé d'après les renseignements recueillis sur place par le groupe d'experts lors de son voyage d'étude en Pologne.

VII – *Conclusions.*

VIII – *Expression analytique de la formule de Budryk pour un réseau ramifié.*

IX – *Généralisation de la formule de Budryk.*

Exposé aboutissant à valider la formule de Budryk pour les réseaux maillés et précisant la signification physique des différents termes.

INTRODUCTION

Au cours de la réunion commune des deux groupes de travail « Incendies et Feux de Mine » et « Sauvetage » du 17 mars 1960, M. Stenuit, délégué gouvernemental belge, a fait un exposé succinct de la théorie du Professeur Budryk, en application depuis plus de 30 ans dans les travaux souterrains des mines polonaises dans le domaine de la lutte contre les incendies.

Cette théorie explique et justifie l'ensemble des mesures prises en Pologne (1), à titre préventif, ou au moment même de la lutte contre un incendie, pour éviter en particulier des inversions d'aérage dont la conséquence est non seulement d'entraver, sinon d'empêcher, la lutte contre l'incendie, mais aussi de menacer les équipes engagées dans la lutte et le personnel des chantiers voisins plus ou moins éloignés.

La théorie du Professeur Budryk conduisant à des mesures inhabituelles dans les pays de la Communauté européenne et surtout paraissant inadaptées aux mines grisouteuses, il a été décidé de la faire examiner très attentivement par un groupe d'étude avant d'envisager les suites à lui donner.

Le groupe d'étude, composé de :

— M. Both : Dipl. Ingénieur, chef de la section de lutte contre les feux - Station Centrale de Sauvetage d'Essen-Kray

— M. Champagnac : Ingénieur en chef aux Houillères du Bassin de Lorraine

— M. Cretin : Ingénieur principal aux Houillères de Lorraine

— M. Fontaine : Ingénieur attaché à l'Organe Permanent pour la Sécurité dans les Mines de Houille

— M. le Dr. Ing. Greuer : Station de recherches d'aérage du Steinkohlenbergbauverein d'Essen

— M. Leclercq : Ingénieur, conseiller à la Direction Générale Charbon de la C.E.C.A.

— M. le Dr. Maas : Chef du groupe Aérage et Sécurité du Centre de recherche des Mines d'Etat des Pays-Bas, Professeur extraordinaire à l'Université de Delft

— M. Patigny : Ingénieur divisionnaire à l'Institut d'hygiène des Mines de Hasselt, Chargé de cours extraordinaire à l'Université de Louvain

— M. le Dr. Schmidt : Physicien de la station d'essai de la « Westfälische Berggewerkschaftskasse » Bochum

— M. Simode : Ingénieur principal à la Direction des Etudes et Travaux Neufs des Houillères du Bassin de Lorraine

— M. Stenuit : Directeur Divisionnaire à la Direction Générale des Mines - Bruxelles

a étudié très à fond la théorie de Budryk d'après les documents fournis par M. Stenuit au cours de nombreuses séances de travail en commun.

Après une entrevue avec le Professeur Knothe, professeur d'Aérologie minière à l'Académie des Sciences de Cracovie, à l'occasion d'un de ses passages en Europe occidentale et un voyage d'étude en Haute-Silésie pour préciser sur place, avec les théoriciens et les praticiens, les conditions réelles de l'application de la théorie de Budryk dans les mines polonaises, le groupe d'étude a conclu à l'intérêt incontestable que présente l'ensemble de cette théorie pour les exploitants de la Communauté européenne.

C'est dans le but de leur information et sans préjuger des suites qui pourront leur êtres données que le groupe d'étude présente ci-après les résultats de ses travaux.

(1) dont certaines sont rendues obligatoires par les Règlements officiels.

CHAPITRE I

CONTENU DE LA THEORIE DE BUDRYK

Un incendie de mine, attisé par un courant d'air, peut prendre rapidement une violence extrême pour peu qu'il survienne dans une galerie au charbon ou en présence de soutènement ou de matériaux combustibles.

La quantité de chaleur énorme dégagée par l'incendie peut selon la disposition des lieux, en particulier l'inclinaison des galeries parcourues par les fumées chaudes, provoquer par « effet de cheminée » (2) des perturbations considérables dans l'aérage.

Il en résulte une modification du régime des débits et des pressions qui peut aller jusqu'à l'arrêt et même l'inversion de l'aérage dans des galeries proches, et parfois lointaines, du lieu du sinistre (3).

Ces perturbations dans l'aérage des chantiers et travaux créent un risque grave, aussi bien pour le personnel qui occupe la mine au moment du sinistre que pour les équipes engagées dans la lutte contre l'incendie.

C'est ainsi que l'on relève, dans l'histoire des mines, un certain nombre de cas ayant dégénéré en catastrophes, notamment à la mine de Roche-la-Molière, dans le Bassin de la Loire (France) le 30 juin 1928, où il y eut 48 morts (voir Annxe I) et à la mine Dukla (Ostrau Karwina) où il y eut 108 morts le 7 juillet 1961 (voir Annexe II).

Les cas d'incendies causant des perturbations dans l'aérage étaient particulièrement nombreux au début du siècle en Pologne, où l'on exploitait des veines puissantes et à feux en mines non ou faiblement grisouteuses, donc aérées assez faiblement.

C'est cette circonstance qui explique que les Polonais aient eu à se pencher plus particulièrement sur ce problème, et qui a conduit Budryk à mener à bien une étude *théorique* du phénomène qui aboutit à des règles pratiques assez simples pour éviter des inversions d'aérage lorsqu'un incendie survient en aérage ascendant.

La base scientifique de la théorie de Budryk est évidemment la thermodynamique; mais l'« effet de cheminée », quelque banal qu'il soit, est un phénomène complexe sur lequel on ne possède, en fait, aucune donnée expérimentale précise dans le domaine des relativement hautes températures (4) qui nous intéresse : aussi, les Polonais se contentent-ils, dans la pratique, de conclusions qualitatives qui sont déjà fort importantes, comme on le verra.

Mais les experts en aérage du groupe d'étude ont démontré par une étude purement théorique (voir Annexe III) que, en raison de l'influence de la température sur l'écoulement des fumées, l'effet aéromoteur des fumées d'incendie devait passer *par un maximum* pour une température moyenne des ces fumées généralement dépassée dans les cas réels.

Cette conclusion, bien qu'elle n'ait pas encore reçu la sanction d'une vérification expérimentale, confère à la théorie de Budryk une portée pratique considérable puisqu'elle établit que l'effet aéromoteur d'un incendie *n'est pas illimité* et que, par conséquent, ses conséquences maximales sont en tout état de cause limitées. De plus, elle permet de les calculer.

On reviendra par la suite sur ce point, mais indiquons seulement pour le moment, à titre d'exemple, pour montrer la portée pratique possible de l'application chiffrée de la théorie de Budryk, la formule approximative, mais simple, que l'on peut établir pour caractériser le risque d'inversion d'aérage qui existe dans un quartier de la mine, s'il y éclate un incendie.

Soit (fig. 1) trois circuits d'aérage (chantiers) disposés « en parallèle ».

Si un incendie prend naissance au pied du chantier A en aérage ascendant

— il y a risque d'inversion d'aérage dans le circuit B si :

$$3\ H_1 < Z$$

— il y a risque d'inversion d'aérage dans les circuits B et C si :

$$3\ (H_1 + \frac{H_2 + H_3}{2}) < Z$$

(voir Annexe III)

---

(2) On reviendra plus en détail, au chapitre IV, sur cet effet de cheminée et sur les autres perturbations pouvant résulter d'un incendie.

(3) En cas d'aérage descendant, l'arrêt et l'inversion de l'aérage sont également possibles dans la branche en feu elle-même. La théorie de Budryk ne concerne toutefois par les incendies de mines dans les galeries à aérage descendant.

(4) D'après le document n° 5688/62, la température des fumées d'un incendie dépasse 1000° au niveau du foyer lorsque celui-ci a embrasé toute la galerie. La température des fumées décroît ensuite d'autant moins vite que l'incendie dure plus longtemps et que la vitesse de l'aérage est plus grande.
Dans le livre « Technologie du bois et des matériaux en bois » (Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe) de Franz Kollmann, Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 2ème édition, on trouve à la page 245 un tableau sur les températures de combustion des bois en fonction de l'humidité des bois. Dans ce tableau on peut voir par exemple que la température de combustion du bois avec 30 % d'humidité, rapporté au poids naturel, s'élève à 1040° C.

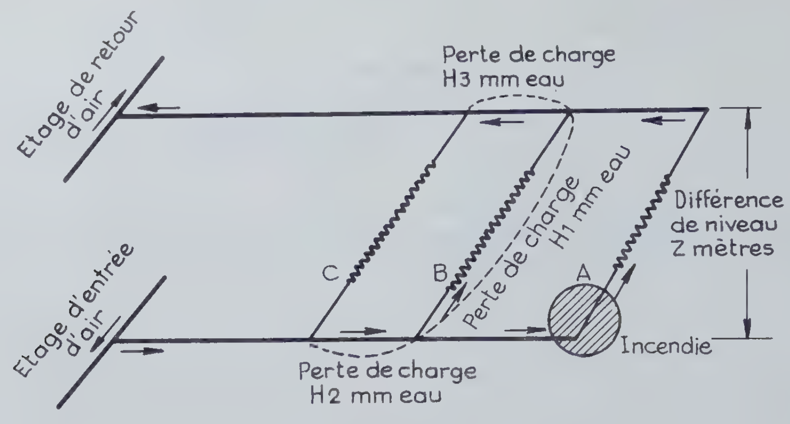


Fig. 1.

Cette formule montre tout de suite que le risque d'inversion d'aérage est lié :

— à la dénivellation qui conditionne l'effet aéromoteur de l'incendie, et

— à la perte de charge dans les quartiers intéressés, laquelle est évidemment fonction de la puissance aéromotrice sous laquelle fonctionne la ventilation principale et de la configuration du réseau.

Il est donc nécessaire de connaître non seulement la dépression fournie par les ventilateurs principaux dans leurs conditions normales de marche, mais aussi les courbes caractéristiques de ces ventilateurs qui permettent de prévoir leurs conditions de marche dans des circonstances anormales.

Mais la répartition des pertes de charge dans la mine dépend aussi de la structure du réseau, souvent fort compliqué, c'est pourquoi un des premiers soucis de Budryk a été d'étudier une représentation schématique des réseaux d'aérage qui permette à la fois de raisonner qualitativement sur leur fonctionnement et de représenter leurs qualités et défauts au point de vue de la stabilité des courants d'aérage.

Nous allons voir, au chapitre suivant, ce que sont le schéma d'aérage de Budryk et le schéma dérivé, couramment utilisé par les Polonais sous le nom de « schéma canonique ».

CHAPITRE II

REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES RESEAUX D'AERAGE

Les galeries des mines anciennes en gisement tourmenté, ou des sièges de concentration de plusieurs fosses autrefois autonomes, forment généralement un réseau très complexe (5), que les plans topographiques classiques ne réussissent plus à représenter d'une façon suffisamment claire : à plus forte raison ces plans sont-ils tout à fait insuffisants lorsqu'il s'agit d'étudier non seulement l'aérage de ces mines, mais les perturbations possibles que peut y apporter un événement accidentel important comme l'apparition d'un incendie de quelque violence, ou même simplement la défaillance de l'un des ventilateurs principaux lorsqu'il y en a plusieurs, ou éventuellement d'un ventilateur auxiliaire.

Des représentations améliorées de l'ensemble de l'édifice minier sont constituées par des projections perspectives (6) (isométriques, cavalières ou autres), au besoin légèrement déformées lorsque c'est nécessaire pour la clarté de la représentation.

Ces perspectives, généralement rehaussées de couleurs pour distinguer les différents étages, les chantiers, etc., sont maintenant couramment utilisées dans tous les pays, et notamment en Pologne.

Une réalisation intéressante utilisée aux Pays-Bas est un modèle tridimensionnel où les différentes galeries sont figurées par des fils métalliques, et où les fonctions des diverses galeries sont distinguées par des couleurs (entrées d'air en rouge, retours en bleu et tailles en jaune). L'échelle des hauteurs est généralement agrandie par rapport à l'échelle des longueurs et largeurs.

Mais aucune de ces représentantions, si parlantes soient-elles, ne permet de saisir dans sa structure le réseau d'aérage proprement dit, dès qu'il présente une certaine complication. On reviendra sur ce point.

(5) Voir Annexe IV plan n° 1
(6) Voir Annexe IV plan n° 2.

Pour faire le montage d'un réseau d'aérage sur le simulateur électrique, on utilise couramment une représentation schématique inspirée de celle des réseaux ou montages électriques, qui stylise le réseau et le dégage complètement de ses contingences dimensionnelles (7); ce n'est toutefois pas ce genre de représentation qui fut choisi par Budryk pour ses études.

La représentation schématique imaginée par Budryk est initialement une représentation *fermée* qui matérialise le fait que tout circuit d'aérage se referme par l'atmosphère, celle-ci constituant un conduit de résistance nulle (parce que de section infinie) et l'orifice du puits d'entrée d'air. C'est donc essentiellement une représentation qui permet de raisonner sur un réseau d'aérage comme sur un circuit fermé.

Cette représentation des réseaux d'aérage se trouve, de ce fait, particulièrement adaptée au problème posé, qui consiste précisément à étudier les résultats de l'action conjuguée de deux sources aéromotrices (ventilateur et fumée d'incendie) dont l'une (l'incendie) est située à l'intérieur du réseau d'aérage et l'autre (le ventilateur principal) paraît être à l'extérieur ou tout au moins à sa limite, alors qu'en fait ces sources agissent tout à fait symétriquement sur un circuit effectivement fermé.

Dans le domaine de la représentation purement schématique, où l'on est délivré de toute contrainte « géométrique », il y a évidemment une infinité de façons de représenter un réseau donné : c'est précisément ce qui nous permettra de mettre en lumière telle ou telle propriété du réseau étudié.

Soit, par exemple, le réseau d'aérage du puits Combes des Mines de Roche-la-Molière, siège d'une inversion d'aérage à la suite d'un incendie le 30 juin 1928 (voir Annexe I), rappelé sur la figure 2. Une première représentation possible, la plus générale, est celle de la figure 3 où tout le quartier Ouest et la couche Chana sont représentées globalement. Ce schéma montre bien la texture *maillée* (8) du réseau qui n'apparaît pas du tout sur le plan usuel de la figure 2. Le numérotage des

(7) Voir Annexe IV plan n° 3.

(8) La définition exacte du réseau maillé est donnée au chapitre III.

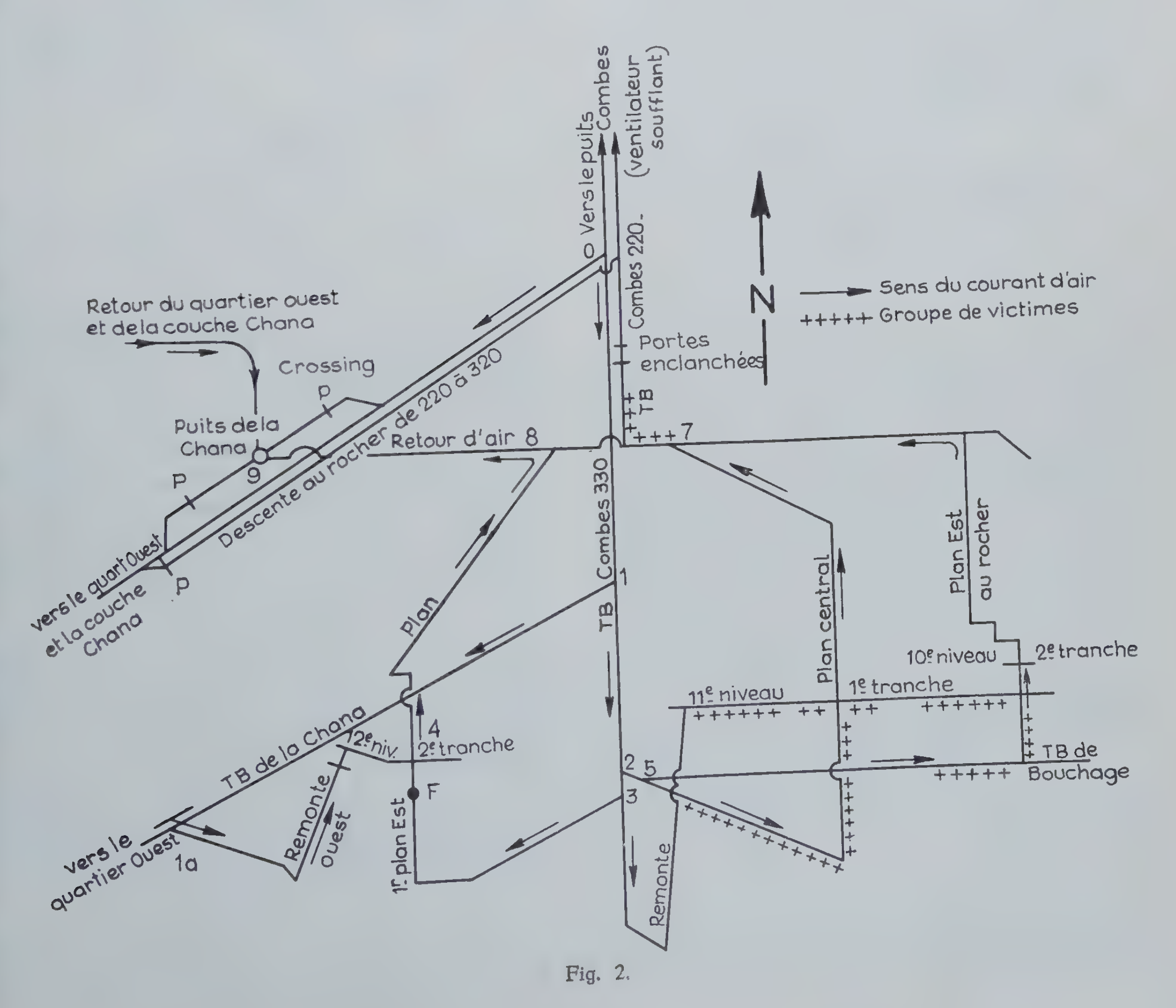


Fig. 2.

« nœuds » est évidemment absolument indispensable pour le repérage des galeries.

Mais, ce qui nous intéresse, ce sont les conséquences qu'a eues l'incendie qui a pris naissance dans le 1er *plan Est,* c'est-à-dire dans la branche 3-4.

Il semble bien, d'après le récit de la catastrophe, que l'effet de l'incendie (9) se soit d'abord manifesté en amont du point 4 dans la branche 4-8 puis, par suite du développement de l'incendie vers le bas, se soit ensuite manifesté en aval du point 4, dans la branche 3-4.

Le schéma Budryk, selon figure 3, ne permet pas de se rendre compte de l'effet d'une source aéromotrice (gaz d'incendie) placée dans l'une de ces branches; mais d'autres schémas Budryk, ceux des figures 4 et 5, qui sont d'autres représentations du même réseau d'aérage, mettant clairement face à face les deux sources aéromotrices en présence, le permettront.

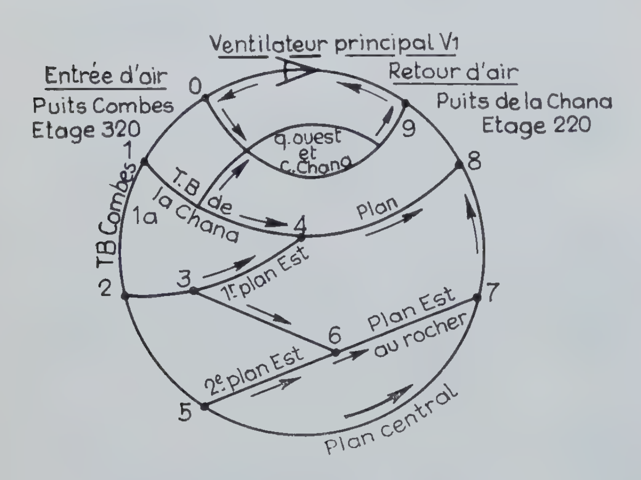


Fig. 3.

L'étude de ces schémas, qui est précisément l'objet de la théorie de Budryk, sera reprise en détail dans les chapitres suivants.

On voit combien peuvent être différentes les figures 3, 4 et 5, ces dernières étant seules caractéristiques de l'action du couple $V_1 — V_2$. Il est apparu alors que la disposition « fermée » du schéma (fig. 3) n'apportait rien de nouveau lorsqu'il n'y a qu'une seule source aéromotrice et qu'il était beaucoup plus commode de l'établir en schéma « ouvert » où l'entrée d'air est traditionnellement en bas et la sortie d'air en haut. La figure 6 reproduit ce schéma.

On remarquera que ces schémas « ouverts » ne sont pas autre chose que des schémas « type électrique » où les conducteurs ont conservé l'allure courbe héritée du schéma fermé.

(9) On reviendra plus loin, de façon plus précise, sur la façon suivant laquelle se manifeste l'effet aéromoteur d'un incendie.

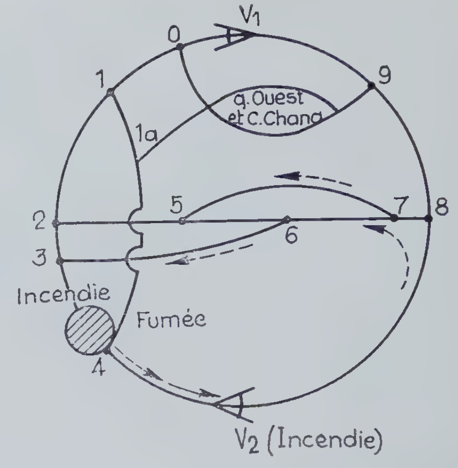


Fig. 4.

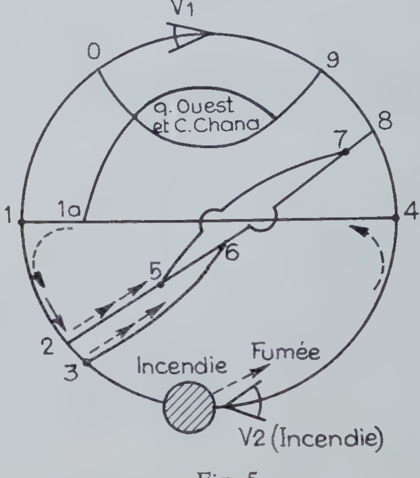


Fig. 5

Ce sont ces schémas « ouverts » qui sont non seulement traditionnels, mais même réglementaires dans toutes les mines polonaises, sous la dénomination de « schémas canoniques ».

Il n'y a pas de règles précises pour établir ces schémas : leur seul intérêt est de fournir des possibilités d'expression très variées. On trouvera en Annexe V la « recette » utilisée en Pologne pour l'établissement des schémas canoniques; ce n'est en somme qu'*un procédé* pour ne rien oublier, mais cela ne donne pas le moyen d'établir un schéma clair.

Les plans 4 et 5 de l'annexe IV montrent deux versions du schéma canonique correspondant aux plans classiques et au schéma type électrique du réseau représenté par les plans 1 et 2 de la même annexe.

Le plan 4 ne s'est pas assez dégagé des contingences de la topographie; le plan 5 réussit à supprimer les chevauchements au moins pour les circuits principaux, et met beaucoup mieux en lumière la structure générale du réseau, et en révèle le caractère « maillé ».

Ces schémas sont donc bien capables de rendre compte de la structure des réseaux et permettent d'étudier au moins qualitativement l'interaction de deux (le cas

échéant, plusieurs) sources aéromotrices en action simultanée; on en fera largement usage dans les chapitres suivants qui ont précisément pour objet l'étude de cette interaction et des conclusions pratiques à en tirer.

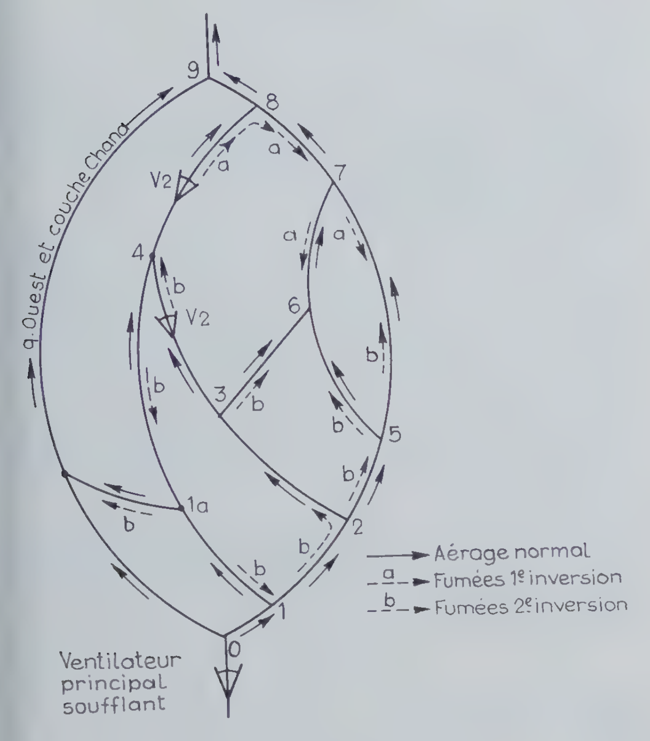


Fig. 6.

Mais ces schémas ne rendent pas compte de l'élément particulièrement important de l'écoulement de l'air dans un réseau d'aérage qu'est la *perte de charge*.

Diverses solutions ont été envisagées pour représenter cette perte de charge :

— Les mines d'Etat des Pays-Bas utilisent un schéma selon figures 7 et 8 où l'on porte en abscisses approximativement les distances des différents points du réseau aux puits d'entrée et de retour d'air et en ordonnées la perte de charge par rapport à l'orifice du puits d'entrée d'air. Ce schéma

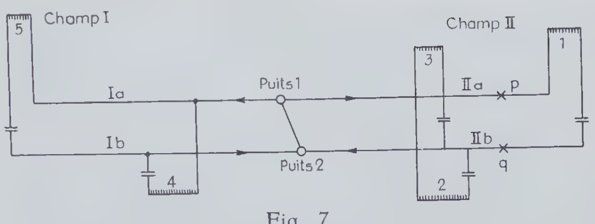


Fig. 7.
Schéma, topographie simplifiée.

permet de repérer rapidement la différence de charge (ou différence de potentiel aéromoteur) qui existe entre deux points quelconques, P et Q par exemple, du réseau et de mettre en lumière les tronçons ou zones du réseau où se produisent les plus grandes pertes de charge.

— Bystron, disciple de Budryk, propose purement et simplement de dessiner les schémas canoniques de telle façon que *l'ordonnée* de chaque « nœud » (ou carrefour de galeries) soit égale à la perte de charge de l'air circulant dans le réseau depuis l'orifice du puits d'entrée d'air; les abscisses n'ont pas de signification.

Dans ces conditions, le schéma de la figure 6 (réseau du puits Combes) deviendrait par exemple celui de la figure 9 qui permet de « voir » sous quelle dépression effective circule l'air dans le réseau partiel étudié, abstraction faite du quartier Ouest et de la Couche de la Chana.

Comme on le verra plus loin, c'est cette dépression effective qui détermine le degré d'instabilité des courants d'air à l'intérieur du réseau partiel étudié.

Ce type de schéma permet, comme le précédent, de repérer la différence de potentiel aéromoteur qui existe entre deux points du réseau et de mettre en lumière les tronçons où se produisent les plus grandes pertes de charge, mais il n'impose aucune dimension dans le sens des abscisses, il permet donc toute latitude de représentation schématique.

Ce type de schéma, directement dérivé du schéma « canonique », est déjà d'application pratique en Polo-

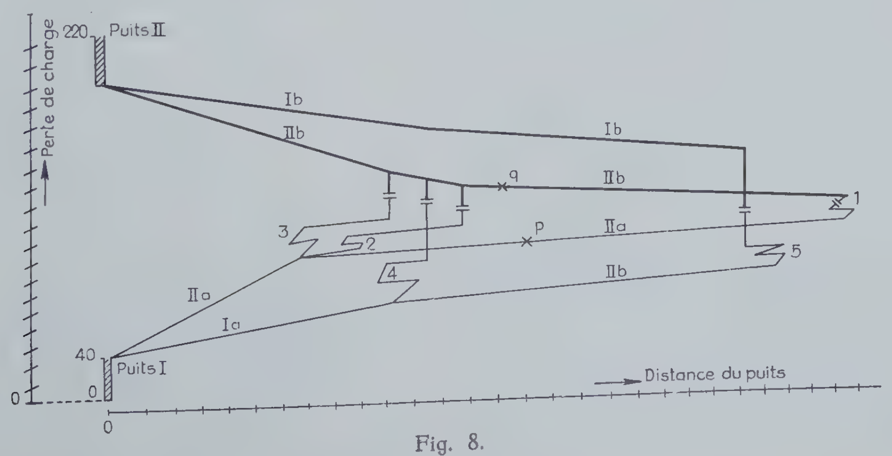


Fig. 8.
Schéma des pertes de charges.

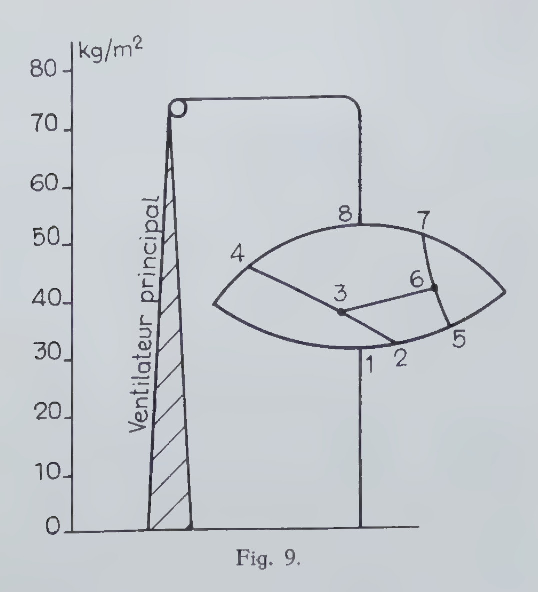


Fig. 9.

gne dans de nombreux cas, et il est question qu'il y soit prochainement rendu réglementaire.

— En Allemagne, chaque mine doit posséder un plan d'aérage établi en projections perspectives, qui comporte, entre autres renseignements, l'indication du potentiel aéromoteur de tous les nœuds.

CONCLUSION

Des schémas complètement dégagés des contingences dimensionnelles sont certainement nécessaires, aussi bien pour matérialiser des raisonnements purement théoriques sur l'aérage que pour représenter les caractères fondamentaux d'un réseau.

Si le schéma « canonique » ne diffère pas, en fait, du schéma type électrique si ce n'est par sa présentation, par contre le schéma Budryk *fermé* paraît seul susceptible de représenter l'interaction de deux (ou plusieurs) sources aéromotrices en activité simultanée sur un même réseau.

C'est à ce titre que ce genre de schéma doit être considéré comme faisant partie intégrante de la théorie de Budryk.

On fera largement usage dans ce qui suit aussi bien des schémas « ouverts » que des schémas « fermés ».

CHAPITRE III

STABILITE DES COURANTS D'AERAGE

1. LES RESEAUX D'AERAGE.

On entend par *réseau d'aérage* non seulement l'ensemble complet des galeries normalement ouvertes et entretenues pour les besoins de l'exploitation, mais encore tous les circuits tels que vieux travaux ou voies abandonnées incomplètement obturés, toutes les fissures naturelles ou provoquées par l'exploitation qui permettent des circulations d'air entre galeries du réseau ou entre fond et surface.

Deux édifices miniers qui communiquent entre eux par le fond, ne serait-ce que par une seule liaison, constituent un seul réseau.

On appelle *branches* d'un réseau d'aérage les éléments qui canalisent des courants sans confluent ni dérivation, et *nœuds* les points communs à plusieurs *branches,* c'est-à-dire les points de confluence ou de division des courants.

Ces nœuds et ces branches peuvent se présenter sous deux configurations générales : en réseau simplement ramifié, ou en réseau maillé.

Un réseau simplement ramifié est un réseau composé uniquement de branches disposées en série ou en parallèle, de telle sorte qu'il peut être résolu en une résistance unique résultante, par association successive *deux à deux* des branches que l'on trouve toujours en série ou en parallèle. Les figures 10 et 11 représentent en schéma fermé et en schéma ouvert un réseau simplement ramifié.

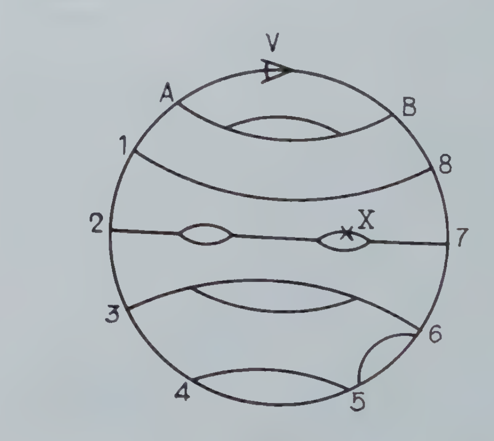


Fig. 10.

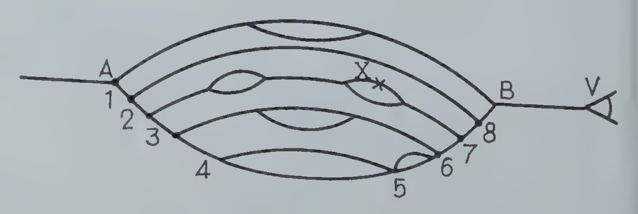


Fig. 11.

La cellule fondamentale d'un réseau simplement ramifié est donc toujours constituée par la division d'un courant qui se reconstitue ensuite, selon figure 12.

Un tel élément sera appelé par la suite simplement « cellule fondamentale ».

Propriété caractéristique des réseaux simplement ramifiés.

La figure 11 représente le schéma ouvert du réseau par rapport au point V. Le schéma ouvert par rapport à un point X *quelconque* reste toujours du type de la figure 11 : la qualité de *réseau simplement ramifié* est bien une qualité intrinsèque de la *structure du réseau.*

Un *réseau maillé,* au contraire, est un réseau dont certaines branches relient les branches d'un réseau simplement ramifié qui en forme l'ossature; un tel réseau *ne peut pas* être résolu en une résistance unique résultante par association successive deux à deux de ses branches, car on ne les trouve pas toutes en série ou en parallèle.

La cellule caractéristique la plus simple d'un réseau maillé est constituée, selon figure 13, par une branche « formant pont » dans une cellule fondamentale.

La branche AB, caractéristique du maillage d'un réseau, est appelée « *diagonale* ».

Il y a des maillages plus complexes que le maillage élémentaire représenté par la figure 13. Les figures 14, 15 et 16 en sont des exemples.

Les branches a, b, c, d, e, etc. qui appartiennent à la cellule fondamentale sont appelées « éléments de cellule fondamentale »; par contre, toutes les autres branches a', b', c', d', e', etc. sont toutes appelées « diagonales », quelle que soit la complexeité du maillage.

Il est intéressant d'examiner comment se forment les diagonales par création d'une simple liaison entre deux branches d'un réseau simplement ramifié ou par une modification apparemment sans effet apportée à la disposition des puits d'une mine, par exemple.

Premier exemple.

La liaison XY ajoutée à un réseau simplement ramifié (fig. 17 et 18) crée une diagonale et il est curieux de constater que c'est la branche 7-X qui devient diagonale, la nouvelle liaison XY devenant élément de cellule fondamentale.

Deuxième exemple.

On voit que, *par une seule liaison* XY dans un réseau simplement ramifié (fig. 19 et 20), on a transformé en diagonales les branches 2-3, 3-4, 5-6, 6-7; 3-Y et Y-6, la liaison XY étant elle-même « diagonale ».

Troisième exemple.

Soit une mine en aérage central selon figure 21, schéma ouvert selon figure 22 : le réseau est simplement ramifié.

Sans rien changer à la disposition des travaux, aérons par un puits « périphérique », selon figures 23 et 24 : le réseau est devenu maillé.

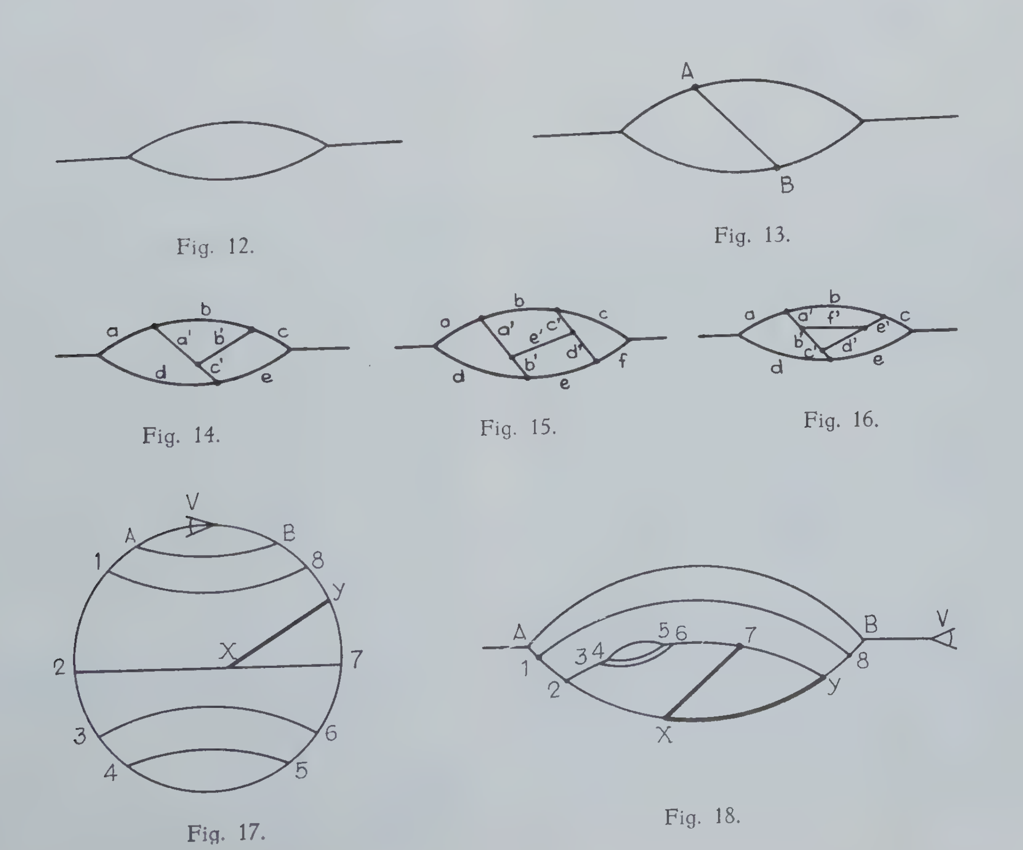


Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

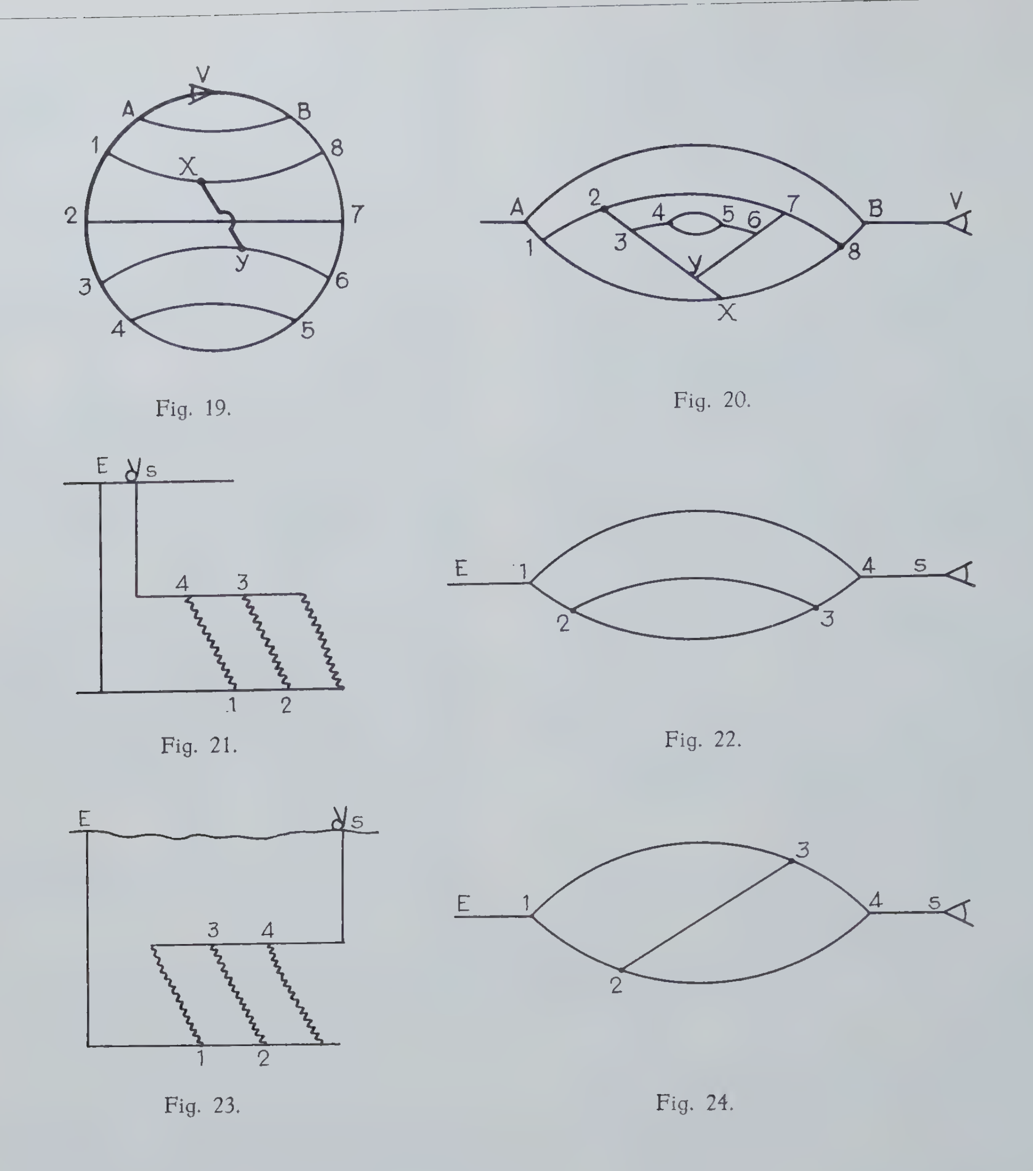


Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

Propriétés caractéristiques des réseaux maillés.

Quel que soit le point du réseau par rapport auquel on fait un schéma « ouvert », on trouve *des diagonales* si le réseau est maillé ; par contre, ce ne sont pas toujours les mêmes branches qui sont diagonales et cela dépend du point d'ouverture.

La qualité de « réseau maillé » est donc bien une qualité intrinsèque de la structure du réseau ; par contre, la qualité de « diagonale » pour une branche est une qualité relative à la position du point d'ouverture (qui sera, plus loin, un emplacement de source aéromotrice).

En fait, la plupart des réseaux réels sont maillés et souvent de façon très compliquée, mais seule une analyse de la structure du réseau avec une représentation schématique adéquate permet de se rendre compte du maillage et surtout de déterminer quelles sont les branches diagonales et quelles sont celles qui ne le sont pas dans telle ou telle condition ; on en verra bientôt l'importance.

On entend pas *source aéromotrice* toutes les causes susceptibles de provoquer une circulation de l'air dans un réseau. En dehors des sources aéromotrices normales que sont les ventilateurs, il existe de nombreuses autres sources aéromotrices dues à des phénomènes naturels qui sont susceptibles d'apparaître en des points quelconques des réseaux et d'avoir une influence importante sur l'aérage. Citons en particulier : les effets thermiques (ventilation naturelle - effets de cheminée des incendies, etc.), les effets dynamiques tels que ceux qui sont provoqués par le déplacement des cages ou skips dans les puits, la chute d'eau ou de matériaux dans un puits ou une galerie inclinée, etc. L'effet de Venturi dû à un changement de section de galerie peut jouer un rôle analogue à celui d'une source.

Une source aéromotrice est caractérisée par sa *force aéromotrice* exprimée en hauteur de colonne d'air, mais plus couramment en kg/m² ou mm d'eau.

Les forces aéromotrices engendrées par les différentes sources fournissent à l'air un *potentiel aéromoteur* sous l'action duquel se produisent les courants.

Ce potentiel se consomme tout au long des circuits (pertes de charge), l'air circulant toujours d'un point de potentiel donné vers un point de potentiel plus bas, sauf à la traversée des sources aéromotrices qui précisément *relèvent* ce potentiel. L'écoulement de l'air dans les réseaux, qu'ils soient maillés ou simplement ramifiés, est régi par les trois lois fondamentales suivantes :

1°) Les deux lois de Kirchhoff.

2°) La loi de l'écoulement $H = RQ^2$.

Ces trois lois sont, à la forme de la loi d'écoulement près, les lois de circulation de l'électricité dans des réseaux conducteurs.

Une *caractéristique fondamentale* des réseaux d'aérage est que le débit d'air qui parcourt chacune des branches d'un réseau est dépendant :

a) *de l'activité* de chacune des sources aéromotrices présentes dans le réseau

b) *de la résistance* de chacune des branches du réseau, de sorte qu'*aucun* courant d'aérage n'est insensible à une modification quelconque survenant soit dans l'intensité ou la répartition des sources aéromotrices dans le réseau, soit dans les résistances des différentes branches, en un point quelconque du réseau.

2. STABILITE DE DEBIT ET STABILITE DE DIRECTION

Il résulte de ce qui précède qu'aucun courant d'aérage d'un réseau n'est absolument stable, au sens strict du mot; mais pour un courant qui diminue sous l'influence d'une modification survenant dans le réseau, il peut arriver, dans *certaines circonstances*, que son débit aille jusqu'à s'annuler ou même *changer de sens.*

Ce sont les courants susceptibles de s'inverser *dans certaines conditions* que nous appellerons *instables* dans ce qui suit.

Nous allons maintenant étudier dans quelles circonstances pratiques telle ou telle branche d'un réseau peut être le siège d'un courant instable.

La *condition fondamentale* de la stabilité du courant dans une branche donnée AB est que le potentiel aéromoteur du point A noté habituellement H_A soit, en toutes circonstances, supérieur à celui du point B, H_B.

Les conditions qui créeront l'instabilité seront donc celles qui seront susceptibles de porter le potentiel aéromoteur du point B au-dessus de celui du point A.

3. INSTABILITE DU PREMIER ORDRE OU INSTABILITE DE STRUCTURE

Branches diagonales.

Les diagonales (qui n'existent que dans des réseaux maillés) sont des branches telles que le courant qui y circule est *susceptible d'inversion* sous l'influence de la seule variation de résistance d'une branche voisine qui peut être :

— soit un élément de la cellule fondamentale qui la contient

— soit une autre diagonale de la même cellule.

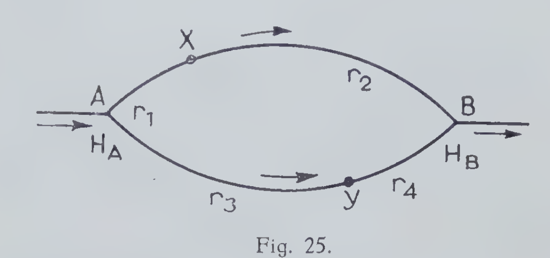


Fig. 25.

Considérons une cellule élémentaire (fig. 25) où l'air circule de A vers B ($H_A > H_B$), et deux points X et Y quelconques de chacune des deux branches;

si r_1 est la résistance du tronçon AX
r_2 est la résistance du tronçon XB
r_3 est la résistance du tronçon AY
r_4 est la résistance du tronçon YB

le potentiel aéromoteur du point X est :

$$H_X = H_A - (H_A - H_B) \frac{r_1}{r_1 + r_2}$$

celui du point Y est :

$$H_Y = H_A - (H_A - H_B) \frac{r_3}{r_3 + r_4}$$

Si on a

$$\frac{r_1}{r_1 + r_2} = \frac{r_3}{r_3 + r_4} \quad \text{ou} \quad \frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{r_4}$$

les points X et Y *sont au même potentiel.* Si donc il existe une diagonale reliant les points X et Y, elle sera parcourue par un débit nul.

Si r_1/r_2 devient plus petit que r_3/r_4, le potentiel de X sera supérieur à celui de Y et un courant s'établira de X vers Y.

Du fait de ce courant, il y aura augmentation de débit dans AX et YB et diminution de débit dans XB et AY et, par conséquent, diminution du potentiel de X et augmentation du potentiel de Y; mais ceux-ci ne s'égaliseront jamais car alors le courant s'annulerait dans XY, imposant $r_1/r_2 = r_3/r_4$, ce qui n'est pas.

Au contraire, si r_1/r_2 devient plus grand que r_3/r_4, un courant s'établira de Y vers X et subsistera.

On constate que ces conditions d'instabilité de la branche XY sont indépendantes de $H_A - H_B$ et, d'une façon plus générale, de l'activité et du nombre de sources aéromotrices placées *en dehors* de la cellule fondamentale.

Diagonales complexes.

On pourrait voir dans le cas de la figure 16 par exemple, et dans tous les cas que l'on peut imaginer, que, toujours en l'absence de sources aéromotrices à l'intérieur de la cellule fondamentale, *toutes les diagonales sont instables* en

fonction des *seules* variations de résistance des branches diagonales ou des branches appartenant à la cellule fondamentale qui les contient,

et ceci indépendamment de la différence de potentiel qui règne aux extrémités de la cellule fondamentale et de ses variations, pour autant qu'elle conserve le même sens.

Par contre, même dans une cellule maillée, les éléments de la cellule fondamentale sont stables, quelles que soient leurs variations de résistance propres ou celles des diagonales qu'elles contiennent.

Degré d'instabilité.

Même s'il règne une différence de potentiel importante entre les extrémités A et B de la cellule fondamentale, on voit (plus particulièrement dans le cas élémentaire de la figure 25) que la différence de potentiel qui règne entre les extrémités d'une diagonale peut être si faible qu'une variation de résistance infime d'une branche voisine y provoque un arrêt ou une inversion d'aérage.

C'est ainsi qu'il y a des cas où le seul passage d'un convoi de berlines dans une galerie provoque l'inversion d'aérage dans une « diagonale » voisine.

Il y a donc *des degrés* dans l'instabilité des diagonales que l'on pourrait caractériser par la plus faible variation absolue ou relative de résistance de la branche qui a le plus d'influence sur sa stabilité et qui est susceptible d'y arrêter l'aérage.

Une telle détermination peut être faite, dans les cas complexes, à l'aide d'un simulateur d'aérage.

Une autre conséquence importante des conditions de cette instabilité de structure est qu'il est impossible d'étudier la stabilité d'une branche si on n'étudie pas, sur un schéma clair, l'ensemble de la cellule fondamentale à laquelle elle appartient.

Cas des réseaux simplement ramifiés.

Il est aisé de voir que ce genre d'instabilité *n'existe pas* dans les réseaux simplement ramifiés, toujours en l'absence de sources aéromotrices *à l'intérieur* du réseau considéré et quel que soit le nombre de branches qui le compose. Cette propriété subsiste pour les éléments des cellules fondamentales des réseaux maillés.

L'Annexe VI relate un exemple réel d'instabilité de structure qui s'est manifestée à l'occasion de la fermeture d'un barrage de lutte contre un incendie.

4. INSTABILITE DU SECOND ORDRE OU INSTABILITE DYNAMIQUE

Nous avons jusqu'ici éliminé les cas où il existait des sources aéromotrices *à l'intérieur* des cellules étudiées, ainsi que ceux où la différence de potentiel aéromoteur aux extrémités des cellules fondamentales s'inversait, provoquant une inversion générale de tous les courants dans la cellule correspondante, et les cas des réseaux simplement ramifiés comportant d'autres sources aéromotrices qu'une source principale unique.

C'est qu'en effet l'existence de sources aéromotrices multiples à l'intérieur d'un réseau, maillé ou non, est une cause d'instabilité importante (et indépendante de la précédente) qui est d'ailleurs celle qui fait l'objet de la théorie du professeur Budryk.

Effets de sources aéromotrices multiples.

Toute source aéromotrice active en un point quelconque d'un réseau provoque des courants dans toutes les branches de ce réseau, sans exception.

Lorsqu'il existe plusieurs sources aéromotrices en activité simultanée dans un réseau, il s'établit un régime résultant selon la loi suivante (10) :

Si toutes les sources aéromotrices existant dans le réseau tendent *isolément* à faire circuler l'air dans le même sens, dans une branche donnée, le courant résultant dans cette branche, lorsque toutes les sources seront en action simultanément, sera de même sens.

Si, au contraire, une seule des sources aéromotrices tend à faire circuler l'air en sens inverse des autres, dans cette branche, il est impossible de dire *a priori* dans quel sens y circulera l'air lorsque toutes les sources aéromotrices seront simultanément en activité.

Il résulte de cette proposition que, dans tout réseau comportant plusieurs sources aéromotrices, il y aura des branches où le sens de l'aérage sera parfaitement déterminé et ne sera susceptible d'aucune inversion, quelles que soient les puissances des sources en activité (en pleine activité ou arrêtées). Ces branches seront *stables au sens de la stabilité du second ordre* (ou stabilité dynamique); il y aura des branches où l'air circulera tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, suivant les puissances des sources en activité : ces branches seront *instables* au sens de la stabilité du second ordre.

Exemples.

Pour illustrer clairement cette loi, nous prendrons des exemples très simples.

1°) Soit un réseau selon schéma classique suivant figure 26 et schéma Budryk fermé suivant figure 27 et supposons une seconde source aéromotrice en V_2.

(10) La formule de Budryk démontrera précisement cette loi dans les cas pour lesquels elle est établie (Cette théorie ne s'applique pas automatiquement aux autres cas).

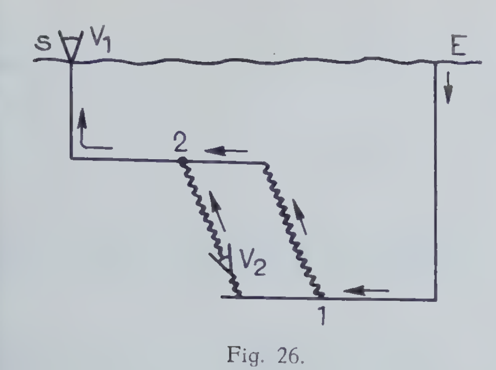


Fig. 26.

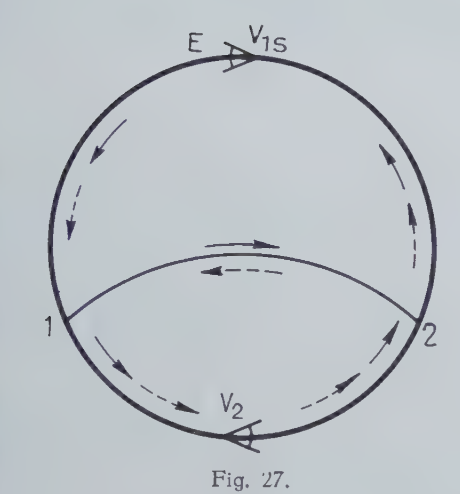


Fig. 27.

Les courants d'aérage dus à la source aéromotrice V_1 seule sont indiqués par les flèches pleines et les courants dus à la source V_2 seule, par des flèches pointillées.

On voit tout de suite que les branches 1-V_2-2 et 2-V_1-1 sont *stables* au sens de la stabilité du second ordre et que la branche 1-2 qui ne contient pas V_2 est *instable* au sens de l'instabilité du second ordre.

2°) *Même cas en aérage descendant* (fig. 28 et 29).

Cette fois c'est la branche 1-2 qui est *stable* au sens de la stabilité du second ordre et les autres branches qui sont *instables*.

Ces phénomènes d'instabilité de second ordre se présentent *toujours* lorsque les sources aéromotrices sont situées dans des branches différentes.

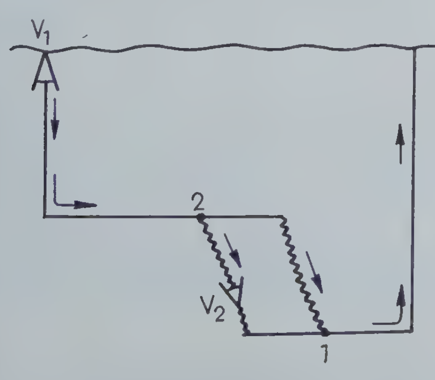


Fig. 28.

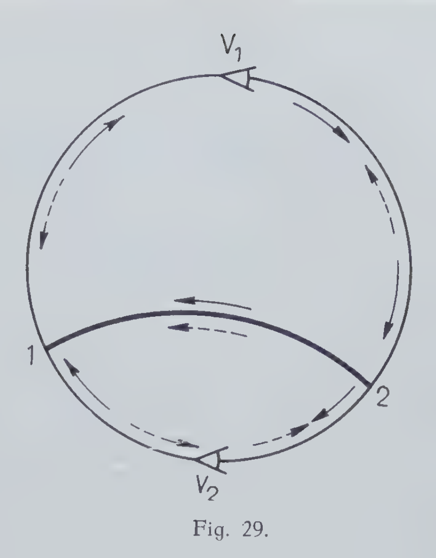


Fig. 29.

On remarquera tout de suite que cette instabilité frappe les branches d'un réseau simplement ramifié tout autant que les diagonales d'un réseau maillé, que l'une, l'autre ou les deux sources aéromotrices soient en activité dans une diagonale ou dans un élément de cellule fondamentale. Les propriétés d'instabilité du premier et du second ordre sont donc indépendantes l'une de l'autre, une diagonale étant toujours frappée de la première et pouvant *ou non* être frappée de la seconde.

Sources aéromotrices « en harmonie » (ou concordance) ou « en opposition ».

Lorsque, dans la branche où elle est située, une source aéromotrice tend à faire circuler l'air dans *le même sens* que le font circuler l'ensemble des autres sources, elle est dite « en harmonie » ou « en concordance » avec l'ensemble des autres sources.

Si on prend en considération deux sources seulement (cas de la fig. 27), cette qualité est réciproque (11).

Lorsqu'au contraire, dans la branche où elle est située, la source considérée tend à faire circuler l'air en sens inverse de celui engendré par l'ensemble des autres sources, elle est dite «en opposition » avec l'ensemble des autres sources.

Si on prend en considération deux sources seulement (cas de la fig. 29), cette qualité est également réciproque.

Circuits principaux.

La notion de circuit principal, comme celle d'instabilité du second ordre, est liée à l'existence de sources aéromotrices multiples dans un réseau.

(11) Ces propositions sont évidentes pour les cas élémentaires des figures 27 et 29, elles seront admises comme postulats pour tous les autres cas.

Un réseau d'aérage comporte toujours une ou plusieurs sources aéromotrices *normales* disposées pour assurer la ventilation *normale* de l'édifice minier.

L'une au moins (12) des sources normales est le ventilateur principal installé en surface (ou dans une situation équivalente); elle est généralement appelée pour cette raison « source externe ». Cette source assure, *dans tous les cas* (sauf celui d'incendie dans le puits d'entrée d'air), l'arrivée d'air frais dans la mine et l'évacuation de l'air vicié.

Les autres sources aéromotrices qui peuvent être normales (ventilateurs auxiliaires) ou accidentelles (incendies, irruption d'eau, etc.) agissent toujours dans une branche interne du réseau. C'est pourquoi on les désigne généralement sous le nom de « sources internes ». C'est leur présence qui provoque les cas d'instabilité du second ordre.

On appelle *circuit principal* d'une source aéromotrice *interne* le circuit constitué :

— *d'une part, par l'entrée d'air normale* depuis la surface jusqu'à cette source

— *d'autre part, par le retour d'air normal* depuis cette source jusqu'à la surface.

Les branches qui constituent ce circuit sont les *branches du circuit principal*; toutes les autres sont appelées « *branches latérales* ».

On voit que *tous* les circuits principaux d'un réseau (un par source interne) passent par la surface et, par conséquent, par un ventilateur principal.

On conçoit aisément l'importance qui s'attache à la stabilité des circuits principaux : on voit sur les schémas simples des figures 27 et 29 que le circuit principal d'une source interne « en harmonie » *est stable* et qu'au contraire le circuit principal d'une source « en opposition » *est instable*.

Cette proposition se généralise aux *réseaux quelconques*; on verra par la suite son importance pratique considérable.

On trouvera en Annexe VII l'étude de deux cas réels d'inversion inopinée concernant une situation d'instabilité du premier ordre et une situation d'instabilité du second ordre, en présence de trois sources aéromotrices.

Degré d'instabilité.

Comme dans le cas de l'instabilité du premier ordre, on conçoit aisément que, dans une branche où l'instabilité du second ordre est *possible* qualitativement, une inversion d'aérage ne se produise en fait jamais si l'action de la sourec antagoniste reste toujours très inférieure à l'action de la source normale.

Cette approche quantitative de l'instabilité du second ordre dans le cas de sources aéromotrices « en harmonie » est plus précisément l'objet de la théorie du professeur Budryk.

Les chapitres qui suivent s'attacheront à cet exposé.

CHAPITRE IV

THEORIE DE LA STABILISATION DE L'AERAGE EN CAS D'INCENDIE

I. OPERATIONS MENEES AU VOISINAGE DE L'INCENDIE

L'effet de cheminée créé par les fumées chaudes d'un incendie dans les galeries inclinées qu'elles parcourent est un phénomène complexe qui résulte à la fois :

a) d'une diminution de la masse volumique des gaz à leur passage sur l'incendie, due principalement à l'élévation de température qu'ils subissent, qui peut atteindre et même dépasser 1000°C (13), et secondairement du dégagement de vapeur d'eau;

b) d'une augmentation de cette masse volumique par suite de la formation de gaz carbonique aux dépens de l'oxygène et de produits de distillation divers dus à l'élévation de température;

c) de la variation des autres caractéristiques physiques du gaz qui circule dans les galeries intéressées, en particulier de la viscosité, elle-même fonction de la température et de la composition chimique des fumées.

Dans l'ensemble, et en première approximation, l'effet largement prépondérant est la diminution de masse volumique due à l'élévation de température qu'il provoque, par effet de vases communicants avec les galeries restées à température normale, un effet aéromoteur donné approximativement par la formule :

$$\Delta H = \Delta Z \times \frac{\Delta t}{T}$$

(12) Voir dans l'exemple en annexe VII comment on peut ramener le cas de ventilateurs principaux multiples au cas du ventilateur principal unique lorsque ces ventilateurs sont en marche enclenchée .

(13) Suivant un document de travail n° 5688/62 - Traduction d'un article d'Ougol Ukrainy 4 - 1960 - fasc. 7 pp. 16 à 20.

où ΔH = effet aéromoteur en mètres de colonne de fluide dans la zone occupée par les gaz chauds

ΔZ = différence d'altitude en mètres entre les extrémités de la zone occupée par les gaz chauds

Δt = augmentation de température moyenne dans la zone occupée par les gaz chauds

T = température absolue moyenne dans la zone considérée, en temps normal.

Ainsi, pour $\Delta Z = 100$ m (hauteur d'étage courante)
$\Delta t = 200°$ (élévation de température relativement peu importante)
$T = 286°$

on trouve $\Delta H = 70$ m de colonne de gaz d'incendie ou 49 mm d'eau (avec $\gamma = 0{,}7$ kg/m^3).

En fait, et selon les calculs rapportés dans l'Annexe III, compte tenu des effets rappelés ci-dessus, on trouve que l'effet de cheminée passe par un maximum pour une élévation de température moyenne d'environ 300° dans la zone considérée, si bien que la formule approchée ci-dessus donne une valeur approchée par excès de l'ordre de 10 % dans l'exemple choisi : l'effet aéromoteur réel reste donc de l'ordre de *45 mm d'eau,* ce qui est considérable.

En résumé, un incendie crée dans les galeries inclinées, parcourues par des fumées chaudes, *un effet aéromoteur* important qui peut être de l'ordre de grandeur de 5 mm d'eau par 10 mètres de dénivellation et *dirigé de bas en haut.*

Tout se passe donc comme s'il apparaissait, dans toute galerie inclinée parcourue par les fumées chaudes d'un incendie, un *ventilateur* soufflant de bas en haut avec une force aéromotrice appropriée.

Pour l'étude des effets d'un incendie sur l'aérage, nous pourrons donc remplacer l'effet de cheminée, partout où il se manifeste, par des ventilateurs fictifs qui seraient installés dans les galeries intéressées à la manière de ventilateurs auxiliaires.

Cet artifice nous permettra de ramener l'étude des perturbations causées à l'aérage par un incendie aux problèmes de stabilité posés par l'existence de sources aéromotrices multiples dans un réseau.

NOTA : Lorsque des fumées d'incendie encore chaudes parcourent des galeries horizontales, elles ne créent *aucun* effet aéromoteur, mais elles modifient les conditions d'écoulement, ce qui revient à dire qu'elles augmentent la résistance apparente des galeries : elles pourront donc provoquer des inversions d'aérage dans des cas d'instabilités du premier ordre (diagonales) (14). Ces cas ne font pas l'objet de la théorie de Budryk. Nous ne les étudierons pas plus avant.

D'autres phénomènes, tels que le reflux des fumées en cas d'incendie évoluant très rapidement, presque explosivement, sont connus, mais ne seront pas non plus étudiés ici.

2. RISQUES D'INVERSION D'AERAGE EN CAS D'INCENDIE DANS DES TRAVAUX PENTES

Nous avons vu que l'action d'un incendie sur l'aérage, lorsque les fumées chaudes parcourent des voies inclinées, est équivalente à celles de ventilateurs soufflant de bas en haut dans les voies intéressées.

Il y a donc deux cas à considérer, selon que l'air circule normalement dans les galeries intéressées en montant ou en descendant.

NOTA : Pour ne pas raisonner d'emblée sur les cas les plus complexes, nous supposerons, dans ce qui suit, que la ventilation principale a lieu sous l'action d'un ventilateur unique, ou peut se ramener à ce cas.

A. Aérage descendant.

Le ventilateur représentant l'effet aéromoteur de l'incendie, étant monté de façon à souffler de *bas en haut,* sera donc monté en *opposition* avec l'effet du ventilateur principal.

Nous avons vu, au chapitre précédent, que dans ce cas le *circuit principal,* c'est-à-dire celui qui contient les deux sources, est toujours instable, mais que, par contre, ce sont les *branches latérales* qui sont stables.

Ceci signifie que, lorsqu'un incendie prend naissance dans une galerie en *aérage descendant,* l'instabilité se manifeste d'abord dans la galerie intéressée par l'incendie; elle peut aller jusqu'à provoquer l'envahissement de toute la mine par les fumées, spécialement dans les mines à aérage naturel ou en cas d'arrêt volontaire ou accidentel de la ventilation principale. L'envahissement a lieu par les entrées d'air.

Dans ces conditions, tout accès au feu par l'entrée d'air présente d'emblée de grands risques et tous les chantiers branchés sur la même entrée d'air sont menacés de proche en proche.

Les Polonais estiment avec Budryk que, dans ces conditions, plutôt que de compter sur une stabilisation d'aérage dans des conditions dangereuses et aléatoires, il vaut mieux appliquer des mesures préventives autres, qui seront passées en revue au chapitre suivant qui traite des règles pratiques.

Le cas très particulier de l'incendie dans un puits d'entrée d'air sera examiné à cette occasion.

En conséquence, Budryk n'a pas établi de règle pratique de *stabilisation* de l'aérage en cas d'un incendie en aérage descendant et il doit être bien clair que ce qu'on appelle théorie de Budryk dans le présent document s'applique uniquement au cas des incendies en aérage montant.

(14) Voir exemple chap. V a) - fig. 40.

B. Aérage montant.

Dans ce cas, l'effet aéromoteur de l'incendie ou son ventilateur équivalent sont « en harmonie » ou « en concordance » avec le ventilateur principal.

Nous avons vu, au chapitre précédent, que dans ce cas le circuit principal est toujours stable, ce qui garantit par conséquent que l'on pourra accéder sans danger au feu du côté de l'entrée d'air aussi longtemps qu'il n'y aura aucune inversion d'aérage dans les *branches* latérales ; en effet, ce sont ces *branches* qui sont instables, par conséquent susceptibles de ramener des fumées dans les chantiers voisins par le retour d'air et par voie de conséquence sur l'entrée d'air du feu.

Dans ce cas aussi l'ensemble de la mine peut être envahi par les fumées, spécialement dans les mines à aérage naturel ou en cas d'arrêt volontaire ou accidentel de la ventilation principale, mais cette fois l'envahissement se fait par les voies de retour d'air.

Ce cas étant de beaucoup le plus courant dans les mines et comportant une solution pratique intéressante est celui qui fait précisément l'objet de la théorie du professeur Budryk.

3. FORMULE FONDAMENTALE DE BUDRYK

a) Cas élémentaire

Le réseau ne comporte que deux branches : schéma d'aérage (fig. 30), schémas canoniques (fig. 31 et 32) et schéma Budryk (fig. 33).

V_1 : représente, par exemple, le ventilateur principal
he : sa force aéromotrice
V_2 : l'effet d'incendie de la force aéromotrice *hi*.

Soient :

qe le débit dans la branche EFAB
re la résistance de cette branche

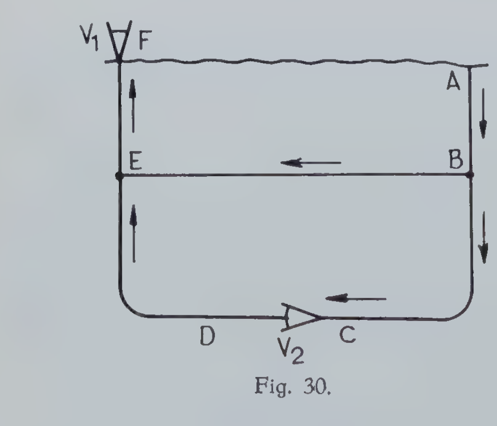


Fig. 30.

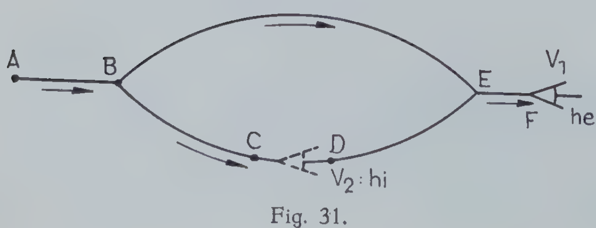


Fig. 31.

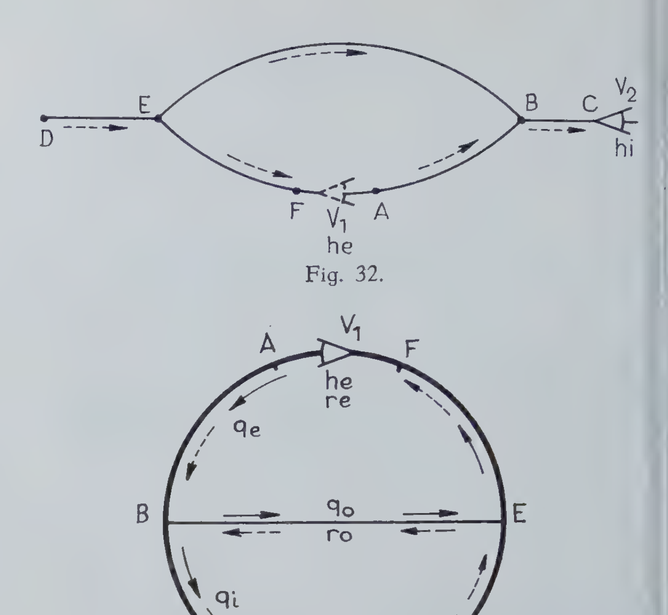


Fig. 32.

Fig. 33.

qi les éléments correspondants de la
ri branche BCDE
qo les éléments correspondants de la
ro branche BE.

La condition nécessaire et suffisante pour que la circulation de l'air se fasse dans le sens normal *de B vers E* est que le potentiel aéromoteur H_B du point B soit supérieur au potentiel aéromoteur H_E du point E.

Les équations fondamentales de l'écoulement des fluides écrites pour les circuits fermés

EFAB d'une part,
BCDE d'autre part,
et aux nœuds B et E

donnent, en remplaçant $roqo^2$ par $(H_B - H_E)$:

$$he - reqe^2 - (H_B - H_E) = 0$$

$$hi - riqi^2 + (H_B - H_E) = 0$$

$$qe - qi - qo = 0$$

$H_B - H_E > 0$ entraîne :

$$he > re\ qe^2$$

et

$$hi > ri\ qi^2$$

et puisque $qe > qi$ $\quad \frac{he}{re} > \frac{hi}{ri}$

ou $$\frac{he}{hi} > \frac{re}{ri} \qquad \text{(a)}$$

qui est la *formule fondamentale de Budryk*

ou l'expression mathématique de la condition de stabilité de l'aérage dans la branche étudiée.

Discussion de la formule.

1°) Pour $he/hi = re/ri$, on voit facilement que $qo = 0$, l'égalité des rapports correspond donc à *l'arrêt de l'aérage* dans la branche BE, situation effectivement limite de la stabilité.

2°) Le fait que la résistance *ro* de la branche, dans laquelle on étudie l'instabilité, n'intervient pas dans la formule, tient à ce que l'on considère ici la condition $H_B = H_E$ comme condition limite de stabilité; il ne faudrait pas en conclure que, dans le cas général, la résistance de cette branche n'intervient jamais dans les conditions de sa propre stabilité. Ceci apparaîtra par la suite.

b) Cas des réseaux simplement ramifiés

Soit le réseau simplement ramifié :
— schéma d'aérage selon figure 34
— schémas canoniques pour V_1 selon figure 35 et pour V_2 selon figure 36
— schéma Budryk selon figure 37

où V_1 représente, par exemple, le ventilateur principal de force aéromotrice *he*, V_2 l'effet dû à l'incendie, de force aéromotrice *hi*.

Comme on l'a déjà vu au chapitre précédent, toutes les branches du *circuit principal* sont stables, toutes les branches latérales sont instables.

Le calcul des conditions de *stabilité* dans la branche latérale n° 3 (BC) dans le cas où l'inversion a déjà eu

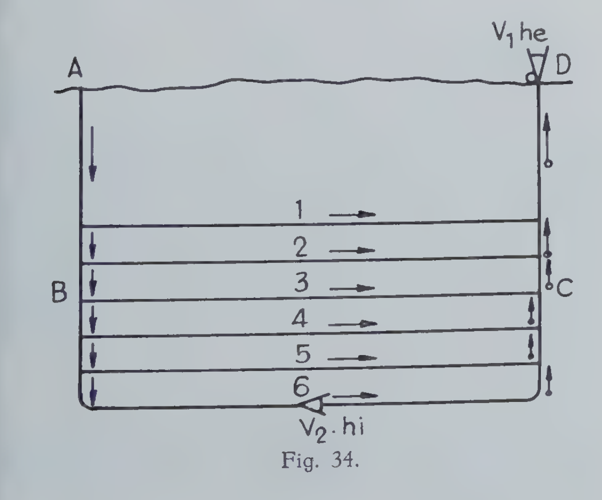


Fig. 34.

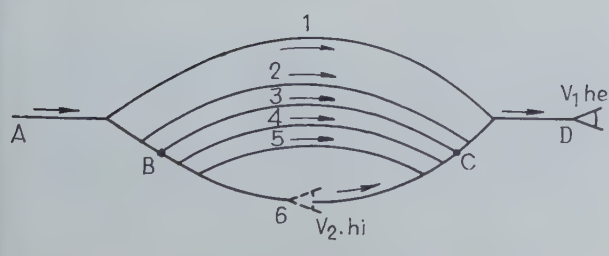


Fig. 35.

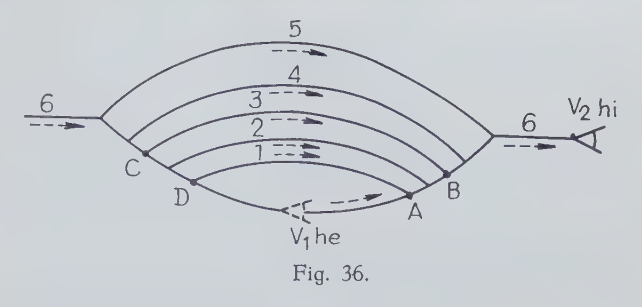


Fig. 36.

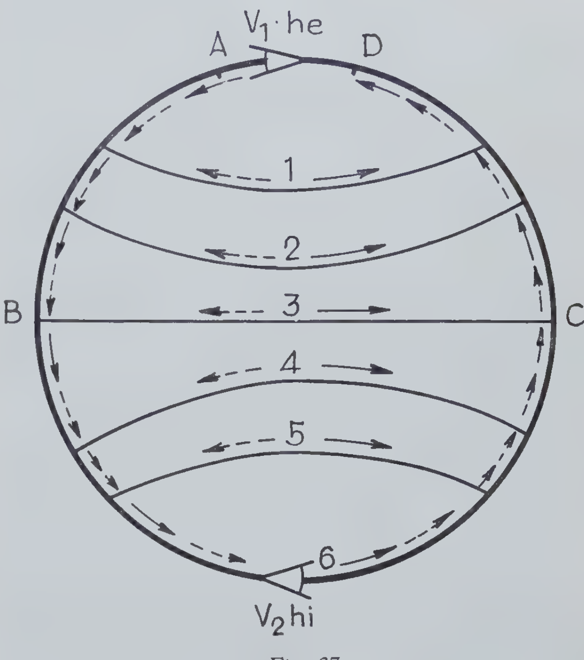


Fig. 37.

lieu dans les branches 4 et 5 (flèches en pointillé), peut être conduit comme dans le cas précédent, mais est plus compliqué : on le trouvera à l'Annexe VIII.

Les résultats conduisent à une formule qui a la même forme que la formule fondamentale établie ci-dessus dans le cas élémentaire, et qui est :

$$\frac{he}{hi} > \frac{\mathcal{R}e}{\mathcal{R}i} \qquad \text{(b)}$$

où $\mathcal{R}e$ et $\mathcal{R}i$ sont des grandeurs qui ont les dimensions de résistances (kg m^{-8} s^2), et qui sont définies de la façon suivante :

Supposons réunis par une résistance *nulle* les points B et C, on obtient pour le demi-réseau « extérieur », limité par les points B et C et qui contient *he*, un schéma suivant figure 38; il s'établit, sous l'action de la force aéromotrice unique he, un courant de débit *qe* dans la branche BC, qui définit $\mathcal{R}e$ par la formule :

$$\mathcal{R}e = \frac{he}{qe^2}$$

$\mathcal{R}e$ est donc une grandeur parfaitement définie, dont l'expression algébrique en fonction des résistances des branches du demi-réseau « extérieur » est relati-

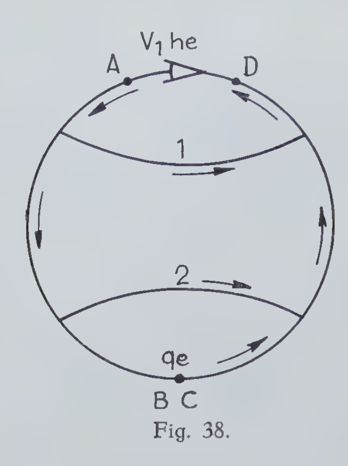


Fig. 38.

vement simple. On en trouvera le calcul à l'Annexe VIII.

On a adopté le symbole *R* pour cette grandeur car elle a bien les caractéristiques d'une résistance, mais ne correspond pas à une résistance équivalente au sens classique du terme.

L'expression algébrique montre que *Re* est :

— fonction croissante des résistances des branches du *circuit principal* situées du côté de *he* par rapport à BC,
— fonction décroissante des résistances des branches *latérales* situées du côté de *he* par rapport à BC,
— *indépendante* des résistances des branches du reste du réseau situées du côté de *hi* par rapport à BC.

Ri a, pour le demi-réseau intérieur, la même définition et les mêmes propriétés que *Re* pour le demi-réseau extérieur.

Comme pour le cas élémentaire, l'égalité $he/hi = Re/Ri$ correspond à l'arrêt d'aérage dans la branche BC.

L'Annexe VIII établit que cette formule reste valable avec les mêmes définitions et les mêmes interprétations lorsque les deux demi-réseaux sont maillés, les seules conditions restant

— qu'il n'y ait qu'une seule source aéromotrice dans chaque demi-réseau,
— qu'aucun « pont » ne relie les deux sous-réseaux,
— que l'on soit dans la situation où l'inversion d'aérage est imminente dans la branche BC, c'est-à-dire que l'inversion a déjà eu lieu dans toutes les branches latérales du demi-réseau intérieur.

L'expression algébrique de *Re* et *Ri* en fonction des résistances n'est, bien entendu, plus valable pour des réseaux maillés. Néanmoins, *Re* et *Ri* pourraient dans ce cas être mesurés sur un simulateur.

Discussion.

Revenons à l'ensemble du réseau. On voit alors qu'*il n'est pas nécessaire* qu'il existe une branche reliant BC pour définir *Re* et *Ri* comme ci-dessus, à la seule condition qu'il n'y ait aucune autre liaison entre les deux demi-réseaux que les branches du circuit principal qui passent par B et C.

La condition fondamentale

$$\frac{he}{hi} > \frac{Re}{Ri}$$

exprime simplement que le potentiel aéromoteur de B est supérieur à celui de C, ce qui signifie que si *on les reliait* par une galerie le courant s'y établirait de B vers C (sens normal) ; ceci entraîne que le courant est normal dans les branches 3-2-1 (mais n'entraîne pas *ipso facto* qu'il est inversé dans la branche 4).

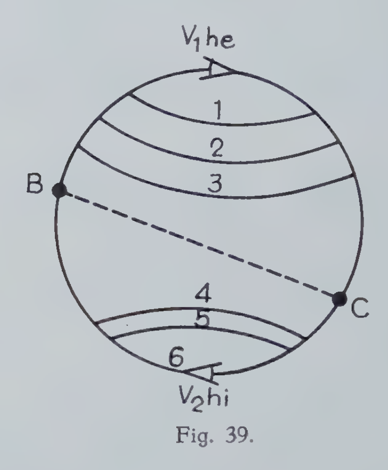


Fig. 39.

Donc, si le problème *était bien* de maintenir la stabilité de la branche 3, on voit que celle-ci doit faire partie du sous-réseau extérieur par rapport à deux points du circuit principal. Les conclusions pratiques seront tirées au chapitre suivant.

c) Généralisation de la formule

Dans la réalité, les réseaux d'aérage ne sont *jamais* simplement ramifiés et l'aérage normal est souvent obtenu à l'aide de plusieurs ventilateurs en surface ou au fond. Par ailleurs, ainsi que nous l'avons vu, l'effet aéromoteur dû aux fumées chaudes d'un incendie peut se manifester dans différentes branches du réseau. On doit donc envisager l'existence de plusieurs sources aéromotrices, aussi bien dans le sous-réseau intérieur que dans le sous-réseau extérieur. Enfin, il pourra exister des galeries ou faisceaux de galeries formant pont entre les deux sous-réseaux principaux.

Il convenait donc de voir si la formule fondamentale de Budryk conservait, dans tous les cas, une signification, et laquelle.

L'Annexe IX établit que la formule applicable dans le cas le plus général d'instabilité du second ordre dû à l'existence de sources internes multiples disposées individuellement, ou même seulement *globalement* en *harmonie* dans la ventilation principale, est toujours de la forme :

$$\frac{hem}{him} > \frac{Re}{Ri}$$

mais où les termes, bien qu'ayant dans l'ensemble la même signification que ceux qui figurent dans les formules sous a) et b) ci-dessus, ont des contenus très complexes en raison de la portée absolument générale de la formule.

Cette formule s'applique non plus à l'ensemble du réseau divisé en deux sous-réseaux, comme sous b) ci-dessus, car il est impossible de définir de façon précise deux sous-réseaux dans un réseau complexe quelconque, mais au *champ de filets* (15) des extrémités A et B de la branche dont on étudie la stabilité qui, lui, est parfaitement défini.

— *hem* et *him* représentent, pour les champs partiels auxquels ils correspondent (externe et interne), la valeur moyenne pondérée des forces aéromotrices qui agissent sur les différents filets qui les composent. On voit tout de suite qu'il existe des sources aéromotrices qui n'interviennent pas dans la détermination de *hem* ou *him*, ce sont celles qui ne sont pas traversées par les filets d'aérage qui passent à la fois par les points A et B. Ceci ne signifie pas que l'activité de ces sources *n'influe* pas sur la stabilité de la branche étudiée, mais qu'elles agissent indirectement :

— $\mathcal{R}e$ et $\mathcal{R}i$ sont les résistances équivalentes *des champs* partiels auxquels ils correspondent.

— $\mathcal{R}e$ et $\mathcal{R}i$ *ne sont pas* les résistances des galeries qu'emprunte le champ de filets des points A et B, mais dépendent des débits des *autres champs* de filets du réseau qui empruntent les mêmes galeries (c'est de cette façon qu'agissent les sources extérieures au champ des points A et B).

Naturellement, on retombe sur les formules des paragraphes a) et b) ci-dessus quand on applique la formule généralisée à ces cas particuliers.

L'Annexe IX étudie l'action des différents facteurs possibles sur la formule fondamentale de stabilité, et justifie les règles pratiques que l'on exposera au chapitre suivant, leur conférant ainsi une valeur générale indiscutable.

---

(15) Les courants qui parcourent un réseau peuvent toujours être analysés en « filets » ou « courants élémentaires » qui conservent un débit constant tout au long de leur parcours.

On appelle « champ de filets » de deux points A et B l'ensemble des filets qui passent **à la fois** par les points A et B. On distingue le demi-champ où les filets vont de B vers A et le demi-champ où les filets vont de A vers B (demi-champ externe et demi-champ interne), chaque demi-champ pouvant être composé de demi-champs partiels. L'annexe IX précise ces notions.

4. PORTEE PRATIQUE DE LA FORMULE DE BUDRYK

La forme de la formule et le contenu de ses termes ont une portée pratique considérable sous bien des aspects, en particulier :

a) Aucune mine n'est à l'abri d'inversions d'aérage en cas d'incendie

En effet, dans la mine où la ventilation est la plus puissante et la mieux étudiée, l'arrêt volontaire ou accidentel du ventilateur principal réduit la force aéromotrice *he* (ou *hem*) à celle de la ventilation naturelle toujours faible, quelquefois nulle ou inversée : dans ce cas, l'incendie est le maître et rien ne s'oppose plus à ses effets néfastes sur l'aérage.

Dans un quartier éloigné d'une mine aérée par un ventilateur même à forte dépression, la force aéromotrice restante aux extrémités d'une branche (une taille par exemple) peut être extrêmement faible ($\mathcal{R}e$ grand) et alors un incendie dans la taille voisine pentée, ou dans le bure de service au quartier, provoquera sans peine une inversion d'aérage, surtout si les veines sont puissantes et les galeries à grande section ($\mathcal{R}i$ petit).

b) Délimination des zones dangereuses

A condition de connaître toutes les caractéristiques du réseau et sachant que l'effet aéromoteur d'un incendie est limité quelle que soit sa violence (effet maximum vers 300°), on pourra déterminer, par le calcul dans les cas simples en aérage ascendant (16), ou à l'aide du simulateur électrique dans les cas complexes, et pour chaque incendie possible, quels sont les galeries ou les chantiers menacés d'inversion d'aérage, la ventilation normale étant en action ou arrêtée.

c) Mesures à prendre en cas d'incendie survenant en aérage montant

Cette formule permet de déterminer quelles sont les mesures à prendre en cas d'incendie pour éviter des inversions inopinées dans telle ou telle branche où l'on désire conserver un aérage normal.

Dans les cas complexes, seul le simulateur d'aérage permet de distinguer parmi les très nombreuses mesures possibles, celles qui sont susceptibles d'avoir une efficacité notable de celles qui ne peuvent avoir qu'une faible efficacité.

---

(16) Voir exemple au chapitre II.

CHAPITRE V

PRATIQUE DE LA STABILISATION DE L'AERAGE EN CAS D'INCENDIE

La règle d'or de toute lutte contre le feu étant l'attaque directe, aussi rapide et puissante que possible, du foyer d'incendie, ce souci primordial entraîne *ipso facto* celui d'éviter à tout prix toute inversion d'aérage, soit dans la galerie en feu, soit dans une galerie voisine, ce qui ramènerait dans les deux cas des fumées sur l'entrée d'air normale du feu et compromettrait ainsi la lutte contre le feu, en menaçant les équipes engagées dans cette lutte et aussi les équipes des chantiers voisins, ou même assez éloignés.

La première question que l'on doit alors se poser est de savoir si la galerie en feu et ses accès par l'entrée d'air ne sont pas frappés d'une instabilité du premier ou du second ordre, due à la structure du réseau, indépendamment du feu.

Deux exemples montreront des cas classiques :

a) *La galerie en feu est une diagonale* (fig. 40).

Les fumées parcourent le trajet des flèches en pointillé. Ceci fait *augmenter* la résistance apparente de la branche 2, ce qui peut provoquer *l'inversion* dans la branche incendiée. On pourra assurer la stabilité dans cette branche en freinant l'air dans les branches 1 ou 4 par exemple ou en ouvrant une porte dans la branche 3 s'il y en a une; le cas échéant par les deux manœuvres.

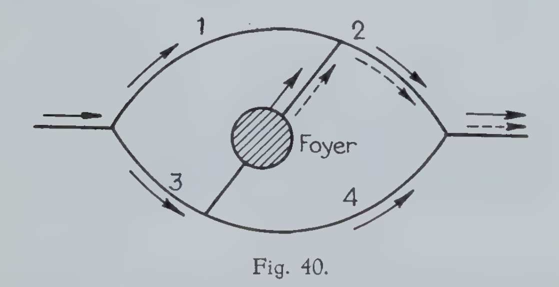


Fig. 40.

b) *La galerie en feu est une branche instable d'un réseau d'aérage à plusieurs ventilateurs.*

1) Cas d'une ventilation diagonale selon figure 41.

Soit un foyer en F dans le champ II : en cas d'arrêt accidentel du ventilateur du champ II, les fumées d'incendies refluent *immédiatement* sur toute l'entrée d'air et envahissent même le champ I.

Il faudra donc asservir V_1 à V_2 ou même, si les circonstances le permettent, arrêter purement et simplement le ventilateur V_1 pendant la lutte contre l'incendie.

2) Cas de ventilateurs auxiliaires dans les circuits voisins (voir l'exemple de schéma d'aérage de l'Annexe IV). Le schéma Budryk fermé correspondant à ce cas celui de la figure 42.

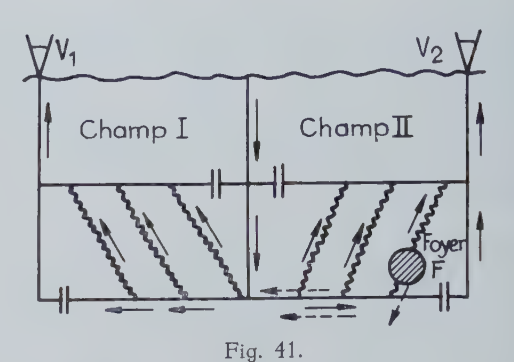


Fig. 41.

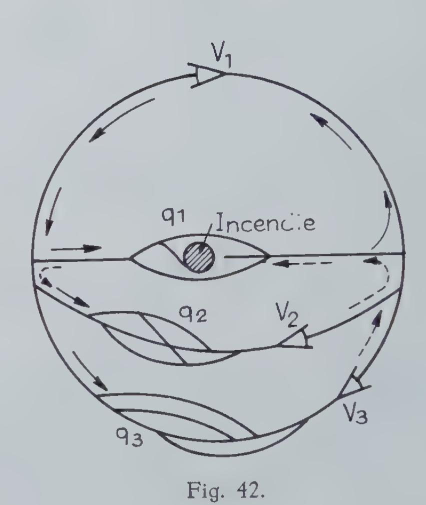


Fig. 42.

Il y a trois quartiers Q_1, Q_2 et Q_3.

Un ventilateur principal V_1 assure l'aérage général, mais les quartiers Q_2 et Q_3 ont besoin de ventilateurs auxiliaires V_2 et V_3.

En cas d'arrêt de V_1, il y a *immédiatement* inversion d'aérage dans le quartier Q_1 (flèches en pointillé). S'il est le siège d'un incendie, les fumées refluent vers son entrée d'air et envahissent les autres quartiers.

Comme dans le cas précédent, il faut donc asservir les ventilateurs V_2 et V_3 à V_1 ou arrêter V_2 et V_3 pendant la lutte contre l'incendie, si les circonstances le permettent.

Mais, soit que la branche d'aérage qui est le siège de l'incendie soit stable, soit que son instabilité de structure ait été corrigée, l'instabilité due à la seule présence de l'incendie subsiste.

Il y a alors deux cas à considérer, selon que la (ou les) force aéromotrice créée par l'incendie se manifeste en *aérage montant* (en harmonie ou concordance) ou en *aérage descendant* (en opposition).

A. CAS DE L'AERAGE MONTANT

On sait que, dans ce cas, tout le circuit principal du foyer d'incendie, c'est-à-dire les branches qui constituent son entrée d'air et les branches qui constituent le trajet des fumées, est *stable,* mais que ce sont les branches latérales, c'est-à-dire celles qui réunissent l'entrée d'air du feu à son retour d'air, qui sont *frappées d'instabilité*; ce sont donc elles qui sont susceptibles de ramener des fumées sur l'entrée d'air de l'incendie. On cherchera donc à éviter l'inversion d'aérage dans une branche latérale à l'incendie plus ou moins proche de lui, selon les circonstances : par exemple la branche A B de la figure 43.

Mais on sait (17) qu'une branche latérale telle que AB, qui ne relie pas *directement* deux nœuds de ce circuit principal est elle-même « une diagonale », ou débouche dans « une diagonale » (BC dans le cas de la fig. 43) où il faut s'attendre d'un moment à l'autre à une inversion d'aérage (flèche pointillée de la fig. 43) qui place alors la branche considérée dans la situation d'une latérale reliant deux nœuds du circuit principal.

La première inversion (C vers B) est une affaire de stabilité de diagonale qui ne risque en aucun cas de ramener des fumées sur l'entrée d'air de l'incendie : c'est l'inversion possible dans AB à laquelle on s'intéresse ici tout particulièrement.

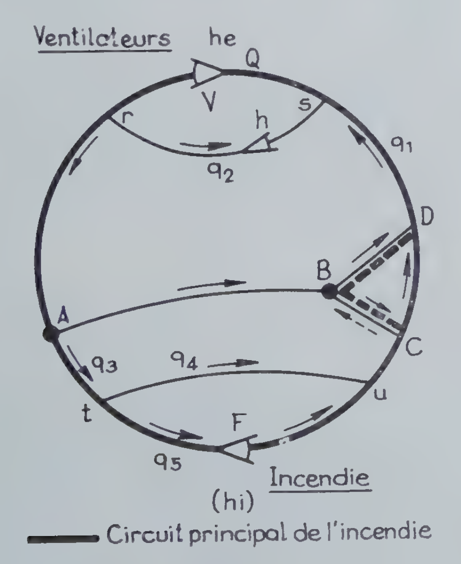


Fig. 43.

Une telle branche définit sur le circuit principal deux zones dites zone externe et zone interne : la zone externe (BDVA sur la figure 43) est celle qui contient les puits et les ventilateurs principaux et la zone interne (AFCB) celle qui contient le foyer d'incendie.

(17) Voir annexe IX

Les mesures à prendre pour éviter toute inversion d'aérage dans la branche latérale choisie AB découlent *directement* de la formule fondamentale :

$$\frac{hem}{him} > \frac{\mathcal{R}e}{\mathcal{R}i} \quad \text{ou} \quad \frac{hem}{\mathcal{R}e} > \frac{him}{\mathcal{R}i}$$

établie et discutée à l'Annexe IX et présentée au chapitre IV où :

— *hem* représente la force aéromotrice moyenne pondérée des sources aéromotrices accidentelles (fumées d'incendies) et, le cas échéant, des sources aéromotrices normales (ventilateurs auxiliaires) agissant sur les filets du champ de filets des points A et B qui circulent de A vers B, *branche AB non comprise* (champ interne partiel).

— *him* représente la force aéromotrice moyenne pondérée des sources aéromotrices (fumées d'incendies) et, le cas échéant, des sources aéromotrices normales accidentelles (ventilateurs auxiliaires) agissant sur les filets du champ de filets des points A et B qui circulent de A vers B, *branche AB non comprise* (champ interne partiel).

La pondération des forces aéromotrices est faite proportionnellement à la fraction du champ de filets qui traverse chacune des sources aéromotrices.

Ainsi, pour le cas de la figure 43 :

$hem = he$ parce que tous les filets du champ externe des points A et B traversent la source *he*

$him = hi\ (q_5/q_3)$ parce que, dans le courant CB, le rapport des débits des filets qui sont passés par *hi* au débit total est le même que dans la branche *u*C, soit :

$$\frac{q_5}{q_4 + q_5} = \frac{q_5}{q_3}$$

On voit que lorsque l'inversion est imminente dans la branche étudiée, c'est-à-dire lorsque l'inversion a déjà eu lieu dans toutes les autres branches du côté interne, $him = hi$.

— $\mathcal{R}e$ et $\mathcal{R}i$ sont des résistances qui caractérisent la situation de la branche latérale AB choisie pour être stabilisée par rapport aux sources, antagonistes pour elle, *he* et *hi*.

— $\mathcal{R}e$ est relative à la zone « externe » définie par la branche AB sur le circuit principal. $\mathcal{R}e$ est, dans *tous les cas,* fonction croissante des résistances des branches de ce circuit principal et des débits qui empruntent les mêmes branches, mais qui appartiennent à d'autres champs de filets que le champ des points A et B.

Ceci revient à dire que $\mathcal{R}e$ est fonction décroissante des résistances des branches *latérales* qui se détachent du circuit principal externe ou y aboutissent, et fonction croissante de la force aéromotrice des sources qui existent en harmonie sur ces branches.

L'influence de la résistance des branches latérales et de l'activité des sources aéromotrices qui y règnent est généralement *très importante* (voir Annexe IX).

$\mathcal{R}i$ est relative à la zone interne définie par la branche AB.

Il y a alors deux cas à considérer, suivant qu'il existe ou non des branches latérales parcourues par les filets du champ de filets des points A et B, entre la branche AB et l'incendie et suivant que ces branches sont ou non le siège d'inversions d'aérage.

S'il n'y a pas de telles branches latérales ou si l'aérage y est *déjà inversé,* $\mathcal{R}i$ a, pour sa zone, les mêmes propriétés que $\mathcal{R}e$ pour la sienne (voir ci-dessus) et $him = hi$.

S'il y a des branches où l'aérage a *conservé son sens normal,* ce qui est, en général, le cas où l'on se trouve *à l'éclosion d'un incendie,* on a vu, à l'Annexe IX, que la quantité $him/\mathcal{R}i$ est fonction décroissante de la résistance de ces branches; on pourrait donc être tenté de les obturer pour faciliter la stabilisation dans la branche à stabiliser.

Mais si la situation vient à empirer, par suite du développement incoercible de l'incendie, l'aérage *s'inverse* dans ces branches, et l'on se trouve alors dans le cas où *him* prend sa valeur maximale possible *hi* et où $\mathcal{R}i$ a les mêmes propriétés pour la zone « interne » que $\mathcal{R}e$ pour la zone « externe », c'est-à-dire est une fonction *décroissante* de la résistance des branches latérales : on a donc intérêt *dans cette situation,* qui est la plus critique, à ce que ces branches aient des résistances *aussi petites que possible.*

Il est donc nécessaire d'examiner en détail quelles sont les opérations à entreprendre pour permettre à la fois la lutte contre l'incendie et la stabilisation de l'aérage.

La formule fondamentale montre que l'on devra chercher à

$$\left\{\begin{array}{l}\text{diminuer } him\\ \text{augmenter } hem\\ \text{diminuer } \mathcal{R}e\\ \text{augmenter } \mathcal{R}i\end{array}\right. \quad \text{ou} \quad \left\{\begin{array}{l}\text{augmenter } hem/\mathcal{R}e\\ \\ \text{et diminuer } him/\mathcal{R}i\end{array}\right.$$

pour éviter toute surprise par inversion d'aérage au cours de la lutte contre l'incendie.

A titre de remarque préliminaire, on notera d'abord qu'il est toujours difficile, sauf cas particulier, de diminuer la résistance d'une galerie, alors qu'au contraire il est toujours relativement facile de l'augmenter, dans de très grandes proportions, même avec des moyens de fortune. Le « contrôle » de l'aérage, dans un cas d'urgence comme celui qui nous intéresse, sera donc réalisé à l'aide de fermeture de portes installées à l'avance, d'apposition de freins d'aérage, au besoin à l'aide de moyens de fortune et, le cas échéant, à l'aide de barrages que l'on rend de plus en plus étanches.

Pour la clarté de l'exposé, on examinera séparément les opérations menées au *voisinage* de l'incendie, qui font partie de la lutte directe, et les opérations qui exigent une vue d'ensemble de la situation générale, faute de quoi elles peuvent conduire à des catastrophes.

On examinera séparément le cas des mines non grisouteuses et celui des mines grisouteuses.

1. Opérations menées au voisinage de l'incendie

A) Cas des mines non grisouteuses

Barrage de la galerie incendiée.

En présence d'un incendie rebelle à l'attaque directe, la règle générale est de barrer le plus rapidement possible la galerie incendiée, au besoin par des moyens de fortune, puis d'améliorer progressivement l'étanchéité de ce barrage. C'est le barrage b_0 de la figure 44, appelé *barrage fondamental.*

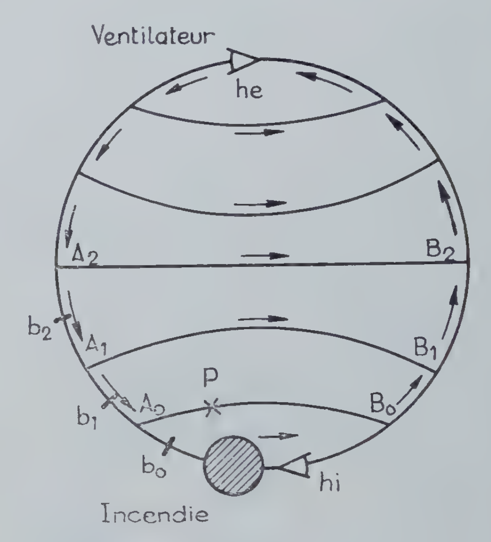


Fig. 44.

Cette manœuvre, très classique, est tout à fait conforme à la théorie de la stabilisation de l'aérage puisque toute augmentation de résistance dans la branche incendiée elle-même augmente $\mathcal{R}i$ en diminuant *him* de telle sorte que le rapport $him/\mathcal{R}i$ diminue dans des proportions considérables, *quelle que soit la branche* (voisine ou lointaine) par rapport à laquelle on considère ce rapport.

Cette manœuvre est donc le plus sûr garant qui existe à la fois pour éviter le développement de l'incendie et le risque d'inversion dans une branche voisine; c'est à ce titre qu'elle doit être considérée comme la première mesure de sauvegarde d'urgence à prendre concurremment *et même, le cas échéant, avant l'attaque directe du foyer.*

Il n'en est pas de même pour les autres opérations d'action sur les portes ou freins d'aérage existant au *voisinage* de la galerie incendiée.

Barrage de la galerie voisine.

Une application pure et simple de la formule fondamentale pourrait inciter à fermer une porte P dans la galerie voisine A0B0, ou à y apposer un frein d'aérage dans l'espoir d'augmenter $\mathcal{R}i$ aussi longtemps que l'air circule normalement dans cette branche de A0 vers B0.

Si on considère cette branche comme la *branche à stabiliser,* la théorie conduit aussi à y préconiser l'augmentation de la résistance.

Mais une telle manœuvre aurait pour première conséquence *d'augmenter le débit d'air* dans la branche incendiée, surtout si le barrage b_0 n'est encore qu'à l'état d'ébauche, ou en terrain très perméable à l'air *et d'activer l'incendie,* ce qui, du point de vue pratique, est *absolument inadmissible.*

En supposant même qu'il n'en résulte pas d'augmentation de « l'effet de cheminée » dû à l'incendie (*hi* plus grand), on a vu à l'Annexe IX que la *fermeture totale* des branches latérales internes (telles que A0B0 — A1B1 de la figure 44) ne pouvait en aucun cas faire baisser la valeur de $him/\mathcal{R}i$ au-dessous de $hi/\mathrm{R}i$, R*i* étant la résistance (classique) de la partie interne du circuit principal. C'est donc, en tout état de cause, la résistance du barrage b_0 qui conditionne la valeur du rapport fondamental $him/\mathcal{R}i$, et l'efficacité du barrage des branches latérales ne peut qu'être négligeable devant celle du barrage du circuit principal. Mais, bien plus, si la situation devait empirer, comme ce peut toujours être le cas, une inversion d'aérage s'amorçant sous l'action de l'incendie activé, le barrage des branches latérales serait alors très préjudiciable à la stabilité des branches suivantes qui seraient immédiatement menacées d'inversion. On a vu en effet que, *dans cette situation,* le barrage des branches latérales diminuait $\mathcal{R}i$ dans des proportions pouvant être importantes.

On devra donc a priori s'abstenir de freiner l'aérage dans les galeries latérales voisines du foyer d'incendie.

Barrage en amont-aérage.

Sous l'influence de conditions diverses, en particulier en cas d'inversion de l'aérage dans la branche A0B0, il peut arriver qu'il soit impossible de construire un barrage dans la branche incendiée, ou encore que l'on soit obligé de l'abandonner en cours d'érection.

Le barrage sera alors tenté en *b*1 et même peut-être en *b*2; c'est le cas de la fermeture d'un quartier.

Une telle manœuvre sera encore favorable à la fois à la lutte contre l'incendie en le privant d'air, *et* à la stabilisation de l'aérage dans les branches latérales amont en diminuant *him* tout en augmentant $\mathcal{R}i$.

On remarquera que si on doit abandonner un barrage tel que b_0 ou *b*1 en *cours d'érection,* on a intérêt à le laisser aussi étanche que possible : ce sont des résistances dans le circuit principal interne. Mais il faut voir les conséquences d'un barrage *en amont* aérage d'une ou plusieurs latérales : si on leur applique la formule fondamentale, on voit que le nouveau barrage se situe, *pour elles,* dans la zone « externe », il augmente donc $\mathcal{R}e$ et, si l'incendie ne faiblit pas, elles seront très rapidement le siège d'une inversion d'aérage; si l'inversion avait déjà eu lieu, *le débit inversé s'accroîtrait.* Ce phénomène est très classique; la théorie de Budryk en précise bien les conditions.

Les conséquences de cette inversion ou de son accélération sont importantes :

a) Elle ramène des fumées d'incendie sur l'entrée d'air du feu, d'où risque d'explosion *même en mine non grisouteuse* et ce risque sera d'autant plus grand que le *volume* intéressé sera plus grand.
b) Si la branche par laquelle se fait le retour (B0A0 sur la figure 44) est fermée par une porte ou un barrage, $\mathcal{R}i$ s'en trouve *diminué,* ce qui n'est pas favorable à la stabilité des branches telles que A1B1, A2B2, etc. (voir ci-dessus).

De plus, le freinage s'oppose au brassage des fumées, circonstance qui paraît bien accroître le risque d'explosion plutôt que de le réduire.

En tout état de cause, il apparaît que s'il y a des portes dans les branches inversées, il vaut mieux les ouvrir, si on le peut, que les fermer; dans tous les cas on devra s'abstenir d'y construire des barrages.

Cette proposition, qui n'est pas du tout évidente *a priori,* est un enseignement précis de la théorie de Budryk.

En résumé, lorsque l'on doit barrer un ensemble de galeries (un ou plusieurs quartiers), on procédera toujours :

— en barrant le circuit principal aussi près que possible du foyer d'incendie
— en ouvrant les latérales situées en aval-aérage du barrage fondamental établi dans le circuit principal.

Plus étanches seront les barrages sur le circuit principal, plus grand sera $\mathcal{R}i$. Plus ouvertes seront les latérales situées au-delà des barrages, plus grand sera $\mathcal{R}i$, et mieux sera assurée la stabilité des branches conservées.

Même en mine non grisouteuse on ne devra pas exclure *a priori* la possibilité d'une explosion des gaz d'incendie.

B) **Cas des mines grisouteuses**

Le principe généralement admis en mise grisouteuse est de ne construire que des barrages suffisamment solides pour résister à une explosion éventuelle; de construire de tels barrages simultanément sur les entrées et sur les retours d'air, en prenant soin de maintenir un aérage suffisant de la partie à barrer pendant toute la durée de la construction des barrages, et de procéder simultanément à la fermeture des entrées et des retours d'air lorsque tous les barrages sont terminés.

Une conséquence de cette technique extrêmement lourde est qu'il faut prévoir l'écoulement d'un délai assez long jusqu'à la fermeture effective des barrages; comme d'autre part ceux-ci doivent être placés en terrain résistant et peu fissuré, on est amené dans la plupart des cas à prendre du recul par rapport à l'incendie et à abandonner entre barrages des zones relativement étendues et comportant souvent des galeries en parallèle : ce sera alors le cas appelé ci-dessus barrage de quartier.

La construction des barrages constituant *toujours* un étranglement pour l'aérage, et rien n'empêchant le développement de l'incendie, on voit que, toutes les fois que l'on endiguera une ou plusieurs latérales à la galerie incendiée, on réalisera précisément les conditions favorisant une diminution du débit dans ces latérales, puis arrêt et inversion d'aérage, celle-ci se produisant au moment de la fermeture des barrages.

Il semble donc bien, à la réflexion, que ce soit dans ce phénomène que réside le véritable danger d'explosion en cas d'incendie en mine grisouteuse.

Comme on n'a encore *aucun moyen* d'éviter ce phénomène, que la théorie de Budryk permet de comprendre, on devra donc s'efforcer aussi bien en mine grisouteuse qu'en mine non grisouteuse, de prendre *aussi rapidement que possible* la seule mesure susceptible d'empêcher le développement de l'incendie et d'éviter des arrêts d'aérage dans les latérales sans présenter aucun risque, qui est de *freiner l'aérage sur l'entrée d'air de l'incendie* (18).

En mine grisouteuse et en l'absence d'analyse des fumées non diluées, on veillera en première urgence à ne pas réduire l'aérage sensiblement au-dessous de son débit normal.

En ce qui concerne les autres manœuvres à exécuter sur l'aérage au voisinage de la galerie incendiée, les conclusions tirées pour les mines non grisouteuses restent bien entendu valables : s'en abstenir formellement sans que leurs conséquences aient été examinées à fond.

2. Opérations sur l'aérage général

Mines grisouteuses et mines non grisouteuses.

Concurremment avec les mesures ou manœuvres décrites ci-dessus, qui font pratiquement partie de la lutte directe contre le feu, et sont prises dans le voisinage de la galerie incendiée, on pourra aussi agir sur les *autres* éléments qui permettent d'assurer la stabilité de l'aérage dans la branche choisie (AB de la figure 43 ou A0B0 - A1B1 - A2B2 de la figure 44).

a) Action sur hem

La formule fondamentale montre que l'on a intérêt à avoir *hem aussi grand que possible.*

Or, on a vu que *hem* est la valeur moyenne pondérée des forces aéromotrices des *sources qui agissent* sur les filets du demi-champ externe de la branche AB à stabiliser.

Il en résulte qu'il y aura intérêt à veiller *avec soin* à ce que les ventilateurs qui sont facteurs de *hem* (par exemple ventilateur V_2 dans le cas de la figure 41 et V_1 dans le cas de la figure 42) ne s'arrêtent pas, et même, le cas échéant, à augmenter leur force aéromotrice.

Cette augmentation serait possible par exemple avec des ventilateurs à pales réglables en marche et à condition de tenir compte des modifications apportées par ailleurs au réseau d'aérage (arrêt de certains ventilateurs auxiliaires, barrage de la branche incendiée, etc.) pour se placer dans la zone de fonctionnement la plus favorable, ce qui implique une bonne connaissance des caractéristiques des ventilateurs.

On retiendra essentiellement que tout *arrêt* de ces ventilateurs, volontaire ou accidentel, pourrait avoir pour effet des inversions d'aérage quasi immédiates.

Par contre, en ce qui concerne les ventilateurs *qui n'interviennent pas* dans la détermination de *hem* (par exemple ventillteur V_1 de la figure 41, V_2 et V_3 de la figure 42), leur arrêt éventuel, préconisé par ailleurs pour assurer la stabilité de structure, ne risque pas par son action sur *hem* de compromettre la stabilité de la branche AB eu égard à l'incendie.

Cet arrêt, lorsqu'il sera possible, sera même en général *favorable à cette stabilité,* car il contribuera à la diminution de $\mathcal{R}e$ (voir b.4 ci-après) par élimination des champs de filets qui les concernent.

b) Action sur Re

Alors que la stabilisation dans la branche AB exigeait que l'on agisse sur $\mathcal{R}i$ en l'augmentant, on a vu comment il faudra au contraire diminuer $\mathcal{R}e$ autant que de besoin : il y a pour cela deux façons de faire :

1. *Réduire* les résistances du circuit principal (ouverture des portes, dégagement, etc.) jusqu'aux extrémités de la branche latérale choisie pour être stabilisée,, et ceci aussi bien côté entrée d'air que côté retour d'air.
   Le tracé du circuit principal est facile à reconnaître : c'est, d'une part, l'entrée d'air jusqu'au foyer, d'autre part, le trajet des fumées jusqu'à la sortie.
2. *Augmenter* les résistances des branches latérales (fermeture de portes, toiles tendues, etc.). Ces branches sont aussi faciles à reconnaître que le circuit principal : c'est tout ce qui en diverge côté entrée d'air et tout ce qui y converge côté retour d'air. Rappelons que la branche à stabiliser fait partie des branches latérales côté « extérieur ». On peut donc avoir intérêt à y freiner l'aérage, si elle n'est pas très voisine

(18) D'après un doc. de travail (n° 674/66 du 31.1.66). Traduction d'un article d'origine russe : Influence de la vitesse de l'air sur la propagation d'un incendie.

du foyer d'incendie (19). L'action sur les latérales à grand débit sera évidemment plus efficace que l'action sur les latérales à faible débit.

Il y a une restriction à faire en ce qui concerne les branches latérales qui forment « pont » entre les deux sous-réseaux (extérieur et intérieur) : il est impossible de savoir *a priori* si la fermeture d'un tel pont favorisera ou défavorisera la stabilité dans la branche AB car les ponts sont des branches latérales qui appartiennent à la fois aux deux sous-réseaux.

Mais, en fait, le procédé qui consisterait à augmenter un débit étranger dans le circuit « interne » (côté feu) pour augmenter $\mathcal{R}i$ est trop aléatoire pour pouvoir être pris en considération; l'efficacité d'un tel moyen serait d'ailleurs négligeable par rapport à celle du moindre frein d'aérage apposé dans le circuit principal de l'incendie, et en particulier dans la galerie incendiée; par ailleurs, il est évident que l'on devra éviter avec soin d'envoyer de l'air frais vers les fumées chaudes de l'incendie, susceptibles de brûler ou d'exploser au contact d'air frais.

En conclusion, sauf cas exceptionnel, les latérales « ponts » partant de l'entrée d'air et conduisant dans la zone de l'incendie devront être examinées d'urgence pour faire l'objet d'une fermeture plus ou moins complète, le cas échéant d'un barrage étanche.

L'action sur les résistances des branches latérales et éventuellement sur les ventilateurs qui y existent appelle des remarques importantes :

1. Diminuer $\mathcal{R}e$ et augmenter *he* conduit toujours à augmenter le potentiel aéromoteur du point A par rapport à celui du point B. (C'est d'ailleurs ce qui assure la stabilité d'aérage de cette branche). Mais ceci signifie aussi, du même coup, que les mêmes manœuvres tendront à forcer le débit d'air dans la zone incendiée.

   C'est donc seulement si le barrage principal dans l'entrée d'air du foyer est déjà sérieusement assuré que l'on retirera tout le bénéfice attendu des manœuvres sur $\mathcal{R}e$ et *hem.*

   De telles manœuvres ne devront donc pas être exécutées *indépendamment* des opérations de lutte directe contre l'incendie.

2. Certaines des branches sur lesquelles on agit peuvent appartenir à une « maille » : une modification de leur résistance est donc susceptible de provoquer des perturbations inattendues dans une branche voisine frappée d'instabilité du premier ordre (diagonale).

   Donc, si la règle de base est simple et claire et applicable sans aucun risque dans un réseau simplement ramifié, il n'en est pas de même dans des réseaux maillés.

   Il sera donc nécessaire de bien connaître la structure du réseau dans ses grandes lignes et dans ses détails.

3. L'action sur les résistances déplace le point de fonctionnement du ou des ventilateurs sur leurs courbes caractéristiques, ce qui risque de provoquer des perturbations graves, en particulier des « pompages » si l'on augmente trop la résistance globale du réseau correspondant.

   Il est donc nécessaire de connaître les courbes caractéristiques du ou des ventilateurs et de surveiller constamment leurs conditions de fonctionnement pendant l'action contre l'incendie.

4. La marche des ventilateurs qui n'interviennent pas dans *hem* (ventilateurs auxiliaires des autres quartiers) a déjà été trouvée néfaste en ce qui concerne la stabilité du circuit *principal du feu.*

   La marche de ces ventilateurs agit, *en outre,* directement sur la valeur de $\mathcal{R}e$ par l'intermédiaire du débit qu'elles font circuler dans la zone externe du circuit principal de l'incendie; on aura donc, à ce nouveau point de vue, intérêt à réduire leur activité, le cas échéant à les arrêter, jamais à les forcer.

Exemple d'application.

A titre d'exemple d'application, reprenons l'étude de la catastrophe du puits Combes, relatée à l'Annexe 1.

Dans une première phase, le foyer d'incendie se trouvant juste en aval du 12ᵉ niveau dans le 1ᵉʳ plan Est, son action aéromotrice devait se faire sentir dans la partie supérieure du plan, c'est-à-dire dans la branche 4-8.

Le schéma Budryk « fermé » correspondant est celui de la figure 4 du chapitre II, où V_2 représente l'effet aéromoteur de l'incendie.

Le barrage disposé rapidement par la surveillance sur *l'entrée d'air* du foyer était donc une bonne manœuvre, mais elle *n'a pas empêché* les inversions d'aérage catastrophiques vers les quartiers occupés.

Elle n'était, en effet, que l'une des manœuvres qu'indique la théorie de Budryk :

a) Le « pont » 1a-4 (remonte Ouest) apportait de l'air si près du foyer qu'il l'alimentait certainement. A ce titre, un barrage de cette voie ne pouvait être que bénéfique.

b) Ce « pont » était aussi, dans une certaine mesure, une latérale du sous-réseau extérieur, à ce titre on avait intérêt à le barrer.

c) Bien que l'on n'ait aucun renseignement sur les conditions respectives d'aérage dans le quartier sinistré et dans les quartiers Ouest et de la Couche Chana, il est *absolument certain* que le freinage de l'air vers ces quartiers ne pouvait qu'empêcher l'inversion d'aérage qui s'est produite; il est même probable que c'eût été le moyen le plus puissant dont on disposait.

Dans la deuxième phase, il est probable que le feu a progressé vers la base du 1ᵉʳ plan Est, si bien que

(19) Voir la) ci-dessus : Barrage de la galerie voisine de l'incendie.

l'effet aéromoteur s'est manifesté de plus en plus dans la branche 3-4 (fig. 5 du chapitre II), ce qui explique très clairement l'inversion dans la branche 1a-4, ramenant des fumées sur *l'entrée d'air* du foyer et des autres chantiers.

Sur ce schéma, nous retrouvons ici l'intérêt qu'il y aurait eu à freiner l'air dans cette artère pour *la stabiliser.*

Dans cette situation, comme dans la précédente, le freinage énergique des circuits d'air des autres quartiers : couche Chana et Ouest, aurait probablement sauvé la situation.

B. CAS DE L'AERAGE DESCENDANT

Nous avons vu au chapitre précédent que Budryk n'a pas donné de règles pratiques de stabilisation de l'aérage pour un incendie prenant naissance en aérage descendant, en raison de l'instabilité immédiate qui frappe la galerie elle-même où a lieu l'incendie et qui rend pratiquement impossible toute attaque directe de cet incendie.

A défaut de règles pratiques de stabilisation, les Polonais préconisent les mesures préventives suivantes pour les galeries en aérage descendant :

a) utiliser du soutènement incombustible;
b) utiliser des câbles électriques, bandes transporteuses, etc. incombustibles;
c) y proscrire tout dépôt de matières combustibles telles que bois, huiles et graisses, etc.;
d) creuser un by-pass, normalement fermé mais ouvert en cas de feu, pour détourner les fumées directement vers le puits de retour sans passer par les chantiers (20).

(20) Annales des Mines de Belgique, 4e livraison, p. 447 et suivantes - avril 1963 -

Un cas particulier très important est celui des *incendies dans les puits d'entrée d'air :* c'est le seul cas avec celui des incendies dans les entrées d'air principales où les Polonais envisagent l'inversion volontaire totale de l'aérage.

A cet effet, ils ont à l'étude des ventilateurs principaux *réversibles*; l'envoi d'eau en quantités relativement importantes dans les puits de retour d'air, ce qui y réalise une ventilation soufflante, est considéré comme une solution possible.

Ces cas sont considérés comme les plus dangereux et les plus difficiles à traiter.

* * *

En conclusion, on voit que si la formule de Budryk a une valeur universelle et fournit des directives simples valables dans *tous les cas* d'incendies en aérage montant (augmenter $\mathcal{R}i$, augmenter ou au moins maintenir *hem,* diminuer $\mathcal{R}e$), son application sur une grande échelle en cas d'incendie important exige une excellente connaissance des conditions de l'aérage (réseau et ventilateurs).

On retiendra principalement que le freinage de l'air sur l'entrée d'air du foyer, si possible dans la branche en feu, est *toujours* une opération favorable, même (et peut-être surtout) en mine grisouteuse, et que le maintien en activité maximale, sinon renforcée, du ou des ventilateurs aérant le quartier sinistré est une condition absolue de maintien de la stabilité d'aérage dans ce quartier.

On retiendra ensuite qu'il existe en outre de nombreux moyens d'accroître cette stabilité si celle-ci paraît menacée, mais que leur emploi exige une parfaite connaissance des conditions de l'aérage : structure du réseau et caractéristiques des ventilateurs.

On retiendra enfin que les galeries, voire les quartiers en aérage descendant, posent des problèmes qui n'ont pas de solutions du même genre.

CHAPITRE VI

APPLICATION DE LA THEORIE DE BUDRYK DANS LES MINES POLONAISES (21)

En raison de la très grande expérience acquise dans les mines polonaises en matière de lutte contre les incendies (on notait 600 incendies de mine par an en Pologne, il y a quelques années), il est certainement intéressant d'examiner comment on y applique la théorie de Budryk, qui est enseignée très à fond dans toutes les académies et écoles des mines.

(21) Voir Doc. 453/2/65 : Compte rendu sur le voyage du Groupe d'experts en Pologne.

On y considère tout d'abord que, pour pouvoir agir vite sur l'aérage en cas d'urgence, il est nécessaire d'avoir une connaissance aussi parfaite que possible des conditions de cet aérage.

A cet effet, on établit dans toutes les mines polonaises avec la collaboration des universités, à partir des plans topographiques :

— des plans perspectifs généraux;
— des schémas canoniques d'ensemble et, si nécessaire, des schémas partiels pour les quartiers compliqués;

— des schémas « Bystron » dans de nombreux cas.

Les schémas canoniques sont habillés des renseignements nécessaires à l'étude des perturbations susceptibles d'être provoquées par un incendie survenant en n'importe quel point de la mine, et en particulier :

— Sens d'inclinaison des branches pentées, avec indication de leur longueur et de leur dénivellation;
— Débits, teneur en grisou et température de l'air, au moins dans les branches principales;
— Trajets et si possible débits des fuites par les vieux travaux;
— Position de toutes les portes (de réglage ou « de stabilisation ») ainsi que des barrages existants, des stations de mesure, etc.
— Tous les nœuds et toutes les portes sont numérotés, les mêmes numéros étant reportés sur le plan topographique et sur le plan perspectif, ceci afin d'éviter toute erreur d'identification.

Ces schémas, constamment tenus à jour, font l'objet d'études systématiques par des étudiants de l'Académie des Mines à titre de travaux pratiques, et par les ingénieurs des sièges.

Ces études permettent de découvrir les anomalies du réseau et d'étudier systématiquement les répercussions possibles d'incendies qui prendraient naissance en un point quelconque de la mine. On détermine ainsi *a priori* les mesures à prendre pour améliorer la stabilité du réseau, ainsi que les dispositions à prendre d'urgence en cas d'incendie : chantiers à faire évacuer, manœuvres de portes à exécuter, pour le cas où l'incendie ne pourrait pas être maîtrisé rapidement et se développerait dangereusement, etc.

Tous ces renseignements sont consignés dans des dossiers faciles à consulter en cas de nécessité, quelquefois même enregistrés sur bandes magnétiques, et constamment tenus à jour au cours d'exercices en chambre qui réunissent à intervalles fixes (en principe trimestriels) ingénieurs et porions sous la direction du chef de siège.

En second lieu, des dispositions pratiques, pour la plupart exigées par le règlement, sont prises en ce qui concerne les emplacements des portes régulatrices d'aérage et des portes dites « de stabilisation » à fermer en cas d'incendie.

C'est ainsi que, sauf dérogations accordées dans des cas spéciaux, les portes régulatrices d'aérage sont placées uniquement dans les courants d'air dits *indépendants* (22) et uniquement du côté entrée d'air, pour rester accessibles en cas d'incendies. Lorsque la disposition des lieux oblige à placer ces portes sur les retours d'air, elles doivent être à moins de 15 mètres d'un confluent d'aérage pour rester relativement accessibles à partir d'un courant d'air frais, en cas d'incendie.

(22) Un courant « indépendant » est un courant qui ne se divise plus. Les chantiers sont aérés par des courants indépendants.

Des portes dites « de stabilisation » en cas d'incendie, qui restent normalement ouvertes, sont installées :

a) Sur *toutes* les entrées et *tous* les retours d'air des courants « indépendants ».
b) A toutes les bifurcations du courant d'*entrée d'air,* immédiatement après chaque bifurcation : ces portes sont obligatoirement métalliques et leurs cadres en maçonnerie. Les trappes de tête de puits et les portes d'accrochages appartiennent à ce type de porte; ces portes commandent donc des entrées d'air communes à plusieurs chantiers, elles sont dites « portes de groupe ».
c) Aux deux extrémités des galeries dites « dépendantes », c'est-à-dire reliant deux entrées d'air ou deux retours d'air (d'une façon générale, les branches diagonales ne sont tolérées que si elles sont indispensables).

Les numéros d'identification de toutes ces portes sont inscrits en gros chiffres et en relief sur les bâtis maçonnés; ils sont, comme on l'a vu, reportés sur tous les plans et schémas.

Ces portes sont destinées à opérer les manœuvres de stabilisation de l'aérage en cas d'incendie, en application de la théorie de Budryk.

Lorsqu'un incendie éclate au fond, le règlement polonais prescrit en son article 930, par. 3, outre l'obligation de tenter de l'éteindre par tous les moyens et de donner l'alerte le plus vite possible : « quiconque constate du feu dans un chantier est tenu de fermer la porte de stabilisation établie sur l'entrée d'air de ce chantier... ». C'est l'application stricte de la théorie de Budryk.

En fait, les praticiens estiment qu'il est impossible de laisser une aussi lourde responsabilité à *n'importe qui,* en raison des erreurs ou confusions possibles et qu'aucune manœuvre de porte ne doit être opérée, *même en mine non grisouteuse,* sans l'intervention d'un membre de la surveillance.

La consigne pratique est la suivante.

En cas d'incendie, même apparemment bénin, la surveillance du chantier, la direction du siège et les équipes de sauvetage (23) sont alertées dans les plus brefs délais possibles (24); *le premier agent* de la surveillance prévenu doit, après avoir fait retirer le personnel menacé, fermer ou faire fermer la porte de stabilisation du *courant indépendant* correspondant (et aucune autre). Si cette porte n'existe pas, ou ne peut pas être fermée pour une raison quelconque, l'arrivée d'air sur le foyer doit être freinée par tous les moyens possibles, au

(23) Les sièges à feux d'une certaine importance ont une équipe en permanence de sauvetage, au jour ; d'autres permanences existent au niveau « Secteur » (2 équipes) et à l'échelon national (Bytom).

(24) De très nombreuses liaisons par téléphone et par radio existent entre les sièges, les secteurs et la section centrale de sauvetage de Bytom.

besoin en obturant la galerie avec des vêtements. C'est la seule mesure relative à l'aérage qui peut et doit être prise à l'initiative du personnel du fond (mais surveillance seulement).

L'équipe de sauvetage se rend immédiatement dans le quartier incendié pendant que le chef de siège (ou en son absence l'ingénieur du grade le plus élevé) et l'ingénieur d'aérage se rendent impérativement *au bureau du siège* où ils prennent la direction des opérations.

Le « poste de commandement » dispose de liaisons nombreuses avec le fond, telles que sirènes d'alarme et le cas échéant haut-parleurs installés dans les galeries principales à proximité des chantiers pour en obtenir l'évacuation rapide en cas de nécessité.

Dans les sièges les plus modernes, il y a même des télécommandes pour la manœuvre des portes de stabilisation ou de sécurité les plus importantes, et des télévigiles renseignent en permanence le chef des opérations sur le débit d'air, la température, la teneur en grisou et en oxyde de carbone des principaux retours d'air, sur la position des portes, la marche des ventilateurs, etc.

Toutes les informations venues du fond, y compris les informations téléphoniques, ainsi que tous les ordres donnés doivent être enregistrés, par écrit ou sur magnétophone, dans le but de permettre la reconstitution complète des faits en vue d'une critique *constructive* ultérieure.

Tout ceci matérialise bien à la fois la complexité inhérente à toute action sur l'aérage et l'importance capitale que les Polonais lui accordent.

Dans tous les cas, la théorie de Budryk est considérée comme un instrument indispensable à la conduite correcte de la lutte contre les incendies du fond, car c'est elle qui permet de « garder le contact » le plus longtemps avec le foyer pour le maîtriser, ou de prévoir ses effets pour y parer.

CONCLUSION GENERALE

Pour permettre un exposé complet et cohérent de la théorie du Professeur Budryk, que les experts ne connaissaient que par des traductions de documents fragmentaires, il a été nécessaire de rassembler les connaissances éparses dans le domaine de la stabilité de l'aérage des mines, d'en préciser les notions et d'en faire la synthèse.

Ceci montre à quel point les lois qui régissent l'aérage des mines sont complexes et encore mal assimilées dans la pratique et combien sont peu évidentes les solutions aux problèmes d'aérage qui sont pourtant, dans toutes les mines, des problèmes de « tous les jours ».

Le très grand intérêt de la théorie de Budryk est précisément d'aboutir à des règles d'action relativement simples, en tous cas extrêmement claires et logiques, donc faciles à retenir, pour assurer la stabilité de l'aérage en cas d'incendie.

Les représentations schématiques originales des réseaux d'aérage, proposées par le Professeur Budryk, apportent une contribution importante à l'étude de l'aérage.

L'élément principal de la théorie de Budryk est la *formule fondamentale*, qui régit les conditions de stabilité de l'aérage dans une galerie donnée, proche ou lointaine d'un incendie, dont les effets se manifestent dans une galerie en *aérage ascendant*.

Le groupe d'experts a établi la validité de cette formule fondamentale dans les cas des réseaux maillés comportant un nombre quelconque de sources aéromotrices et en a précisé le contenu; elle permet de comprendre le phénomène et partant de dégager les règles pratiques à appliquer pour assurer la stabilité de l'aérage.

L'étude originale, due aux experts du groupe, et concernant l'influence de l'incendie lui-même sur l'écoulement des fumées a montré que l'effet perturbateur global d'un incendie ne serait (25) pas indéfiniment croissant avec la température du foyer, mais passerait par un maximum pour une température moyenne des fumées relativement basse.

Cette constatation confère un intérêt accru à la théorie de Budryk, en permettant, d'une part, de prévoir *a priori* les *conséquences maximales possibles* d'un incendie se développant dans une galerie donnée de la mine, quant au risque d'inversion d'aérage, et de *déterminer*, d'autre part, *a priori* les *mesures à prendre pour éviter l'inversion* dans telle ou telle galerie effectivement menacée par ce risque.

Mais malheureusement, si la théorie de Budryk permet d'aboutir à une solution pratique intéressante en *aérage montant*, il n'en est pas de même lorsque les incendies développent leurs effets en aérage descendant, ou en ce qui concerne *d'autres risques* tels que :

- la régression des fumées au moment de l'éclosion d'un incendie, lorsqu'elle est brutale,
- le risque d'explosion, particulièrement en mine grisouteuse, pendant l'érection ou au moment de la fermeture des barrages d'endiguement; lorsque l'en-

(25) La vérification expérimentale du phénomène n'a pas encore été faite.

diguement intéresse plusieurs galeries, ou une taille et une arrière-taille.

Dans ce dernier cas, la théorie de Budryk fournit une explication de ce risque d'explosion, mais n'apporte pas de solution pour l'éviter.

Enfin, à l'occasion de cette étude, les problèmes de l'instabilité des diagonales ont été abordés, mais leur examen, qui sort du sujet traité, n'a pas été terminé.

Il reste donc énormément à faire dans le domaine des problèmes de l'instabilité de l'aérage, en liaison ou non avec la lutte contre les feux et incendies, et il paraît souhaitable que les pays de la C.E.C.A. continuent à échanger les résultats de leurs découvertes et de leurs expériences, tout en se tenant en permanence au courant des découvertes et des expériences faites dans les autres pays du monde.

ANNEXE I

MINES DE HOUILLE DE ROCHE-LA-MOLIERE (1)

(Incendie du puits Combes, quarante-huit morts)

Le 30 juin 1928, vers six heures quarante-cinq, des piqueurs qui se rendaient à leurs chantiers virent brûler le garnissage du soutènement du premier plan Est au point F; ils prévinrent un surveillant qui constata l'incendie vers six heures cinquante et fit alerter le gouverneur vers sept heures dix, un tuyauteur qui travaillait au voisinage commença à brancher un tuyau de caoutchouc sur une prise de la conduite d'eau sous pression qui existait à la recette de la tranche en exploitation (deuxième du 12e niveau); faute de joints d'abord, puis le tuyau de caoutchouc étant trop court, à sept heures quarante l'arrosage du feu n'avait pas encore commencé; le tuyauteur, abandonnant alors son premier projet sur l'ordre du gouverneur, tenta en remontant dans le plan de défaire un joint de la conduite d'eau au voisinage du feu et d'y placer une prise; c'est alors qu'il constata, vers sept heures quarante-cinq, que la colonne d'air comprimé était rompue et que l'air soufflait sur le feu, l'activant considérablement; entretemps, le gouverneur, vers sept heures trente, ayant vu que le feu s'étendait, avait fait clouer deux toiles, l'une au pied du plan, l'autre 30 à 40 mètres en arrière dans la galerie d'entrée d'air; prévenu, vers sept heures quarante-cinq, que l'air comprimé soufflait sur le feu, il donna l'ordre à un surveillant de faire fermer les vannes des niveaux 330 et 220; la première fut fermée, la seconde ne le fut pas, les ouvriers chargés de cette mission ayant été arrêtés par les fumées à la double porte de 220.

Vers sept heures quarante-cinq, un ouvrier, envoyé par le gouverneur en tête du plan central pour surveiller le remplissage du réservoir d'eau qui alimentait la conduite du premier plan Est, vit que les fumées gagnaient la tête de ce plan et commençaient à l'envahir; de même, au deuxième plan Est, vers huit heures, les fumées envahissaient les tranches en exploitation de cette région (première du 11e niveau), éteignant les lampes à flamme; les sous-gouverneurs décidèrent l'évacuation des travaux; l'un d'eux, qui était descendu dans le deuxième plan Est, se heurta dans la galerie qui allait au travers-bancs 330 à la bousculade des ouvriers fuyant affolés et se réfugia à l'avancement des travers-bancs du Bouchage où il ouvrit un souffleur à air comprimé. A huit heures treize, l'ingénieur divisionnaire et l'ingénieur du puits prévenus descendaient et, voulant aller au deuxième plan Est, durent reculer devant les fumées; decendant le plan Central, ils y trouvèrent une vingtaine d'ouvriers évanouis dont ils commencèrent le sauvetage.

Vers huit heures trente, huit heures quarante, l'aérage normal se rétablit dans le quartier du deuxième plan Est et du plan Central et les fumées s'évacuèrent; mais l'ingénieur divisionnaire, en revenant du puits où il était allé chercher du secours, constata, vers huit heures quarante, que les fumées, refoulant du quartier du premier plan Est dans la remonte Ouest et le travers-bancs de la Chana, envahissaient le travers-bancs de 330, entrée d'air du quartier plan Central et deuxième plan Est, où travaillaient au sauvetage l'ingénieur du puits et plusieurs ouvriers.

Vers neuf heures, ce renversement d'aérage cessa, les fumées se dissipèrent à nouveau et le sauvetage put se poursuivre sans difficulté.

Le schéma de l'aérage (fig. 1) permet de suivre les deux renversements successifs, les fumées allant, la première fois, de 8 vers 7, 6 et 5, la seconde fois de 4 vers 1, puis suivant le courant d'air normal, vers 2, 5, 6, 7 et 8.

NOTA : la discussion de ce cas sera reprise, au fur et à mesure de l'exposé de la théorie.

---

(1) Extrait des « Annales des Mines » Mémoires - Tome VI - 1934. Note de M. BABOIN.

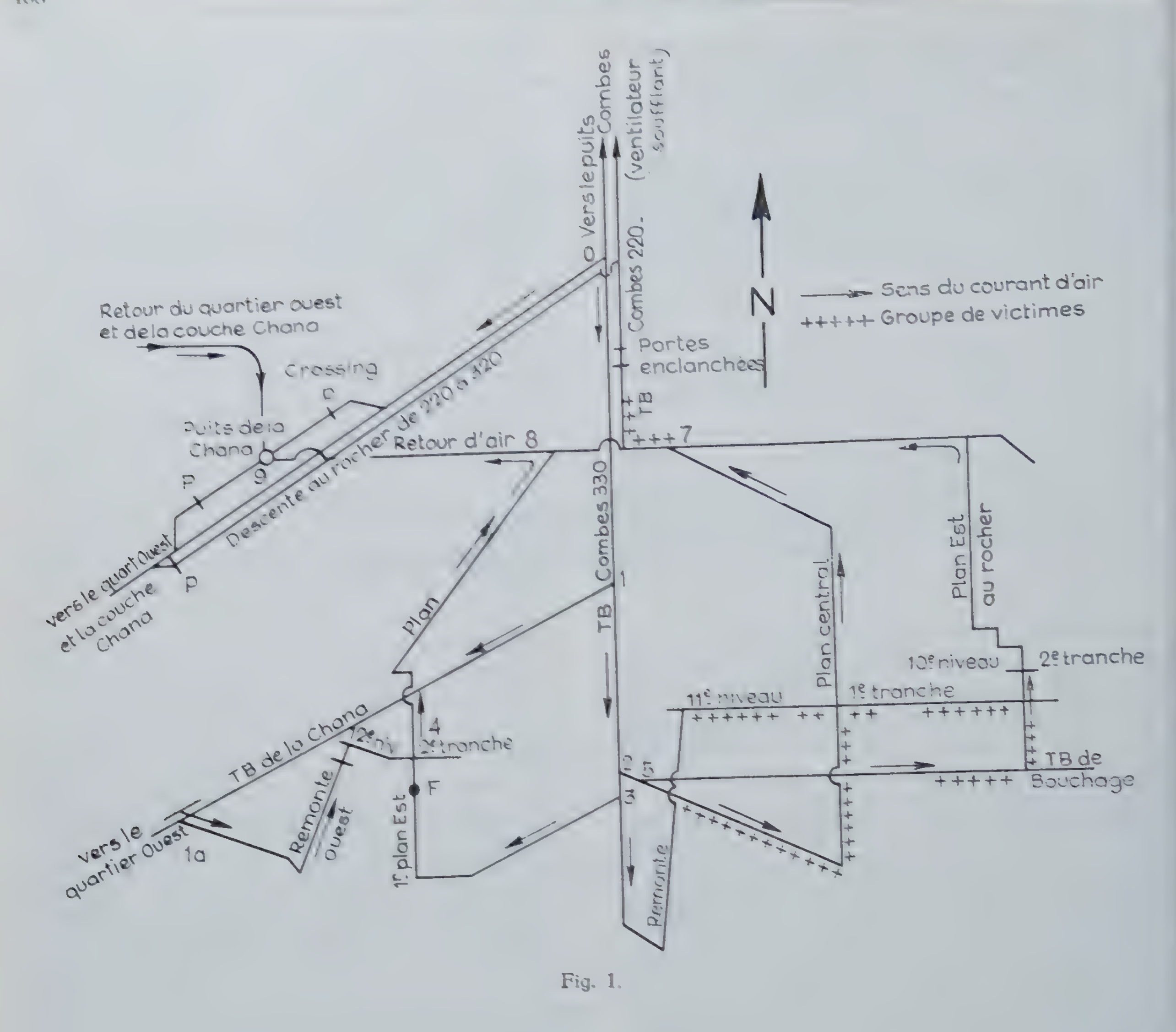


Fig. 1.

ANNEXE II

EXTRAIT DE L'ANALYSE DE LA CATASTROPHE MINIERE SURVENUE A LA MINE DUKLA DANS LE BASSIN OSTRAU-KARWINE

Jaromir Tesar et le Dr. Sibor Suchan

Au cours de l'après-midi du 7-7-1961, un grave incendie s'est déclaré dans la mine Dukla et a coûté la vie à 108 personnes. La cause principale de la catastrophe a été l'instabilité de l'aérage et la méconnaissance de l'influence d'un incendie de mine sur l'aérage.

L'instabilité de l'aérage est due au fait que deux quartiers étaient reliés par une voie diagonale dans laquelle s'est produite une inversion du courant d'aérage par suite de la modification de la résistance provoquée par l'incendie qui s'est déclaré dans les voies d'aérage du premier quartier touché. En outre, la répartition de la pression dans les deux quartiers d'aérage, conditionnée par deux ventilateurs principaux, était telle que la pression locale dans la voie d'entrée d'air de l'un des quartiers d'aérage était approximativement la même que dans la voie de retour d'air de l'autre quartier d'aérage.

Vous trouverez d'autres détails dans l'exposé susmentionné, qui a paru dans « *Les actualités de la recherche minière* » (*) (V.O.) publié par la société tchèque

(*) Imprimé par Tisk 04, Prerov (Prerau)

pour la diffusion des connaissances politiques et techniques à Ostrau, groupe de lecteurs auprès de l'Institut de recherches scientifiques pour le charbon à Ostrau-Radvanice, édition Kreis-Verlag Ostrau, en vue de renseigner les larges couches de la population minière sur les résultats les plus récents de la recherche scientifique et les nouveautés techniques dans les charbonnages nationaux et étrangers.

ANNEXE III

PERTURBATION DE L'AERAGE D'UNE MINE PAR UN INCENDIE. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE DES FUMEES.

00. Résumé.

L'influence de l'élévation de température due à l'incendie est double : d'une part les fumées chaudes provoquent l'apparition de sources aéromotrices dans les branches *non* horizontales qu'elles parcourent, d'autre part, l'accroissement du volume de gaz dû à l'élévation de température entraîne une augmentation de la vitesse et de la perte de charge due à l'écoulement. L'étude quantitative de ces phénomènes montre qu'ils s'opposent l'un à l'autre; il en résulte que la perturbation nette de l'aérage par les fumées est maximum pour une température qu'on peut calculer dans certains cas. On en déduit une évaluation du risque d'inversion dans une branche parallèle à la branche en feu.

01. Notations.

- H (kg/m²) : chute de pression provoquée par l'écoulement,
- z (m) : altitude ou cote d'un point,
- L (m) : longueur de galerie,
- D (m) : diamètre hydraulique,
- P (m) : périmètre de la section droite d'une galerie,
- S (m²) : surface de la section droite d'une galerie,
- G (kg/s) : débit pondéral d'air ou de fumées,
- Q (m³/s) : débit en volume d'air ou de fumées,
- R (kgs²/m⁸) $= H/Q^2$: résistance d'une galerie à l'écoulement,
- V (m/s) : vitesse de l'air (moyenne dans une section donnée),
- indice a : air (frais) } à un endroit précisé dans
- indice f : fumées } l'exposé
- indice o : état de référence de l'air (par exemple 0 °C, 760 mm Hg : $\gamma_o = 1{,}293$ kg/m³).

1. Lois d'écoulement d'un fluide compressible dans un conduit fixe.

11. L'application des lois de la thermodynamique à 1 kg de fluide traversant en régime un conduit fixe qui ne comporte aucun organe moteur (piston, rotor ailetté, ...) fournit la relation :

$$d\mathcal{T}_{fr} = -\,dz - \frac{dp}{\gamma} - \frac{VdV}{g} \text{ (kgm/kg)};$$

$\mathcal{T}_{fr}$ représente les travaux de frottement inhérents à l'écoulement et se produisant au sein du fluide ainsi qu'au contact du fluide avec les parois. Si on intègre cette relation entre l'*entrée* 1 et la *sortie* 2 d'un conduit (fig. 1), après avoir multiplié les deux membres par le poids spécifique γ, on obtient :

$$\int_1^2 \gamma d\mathcal{T}_{fr} = \int_2^1 \gamma dz + p_1 - p_2 + \int_2^1 \gamma \frac{VdV}{g}.$$

Fig. 1.

En général, la vitesse V est faible, ou bien sa variation le long du conduit peu importante; c'est pourquoi on peut négliger la dernière intégrale. On a donc pratiquement :

$$\int_1^2 \gamma d\mathcal{T}_{fr} = \int_2^1 \gamma dz + p_1 - p_2$$

$$\text{ou} \quad p_1 - p_2 = \int_2^1 \gamma dz + \int_1^2 \gamma d\mathcal{T}_{fr}. \qquad (1)$$

L'intégrale $\int_2^1 \gamma dz$ représente la pression statique exercée par le poids de la colonne de fluide comprise entre

les niveaux z_1 et z_2; d'ailleurs, en l'absence d'écoulement la relation (1) s'écrit :

$$p_1 - p_2 = \int_1^2 \gamma dz .$$

On voit donc que $\int_1^2 \gamma d\mathcal{T}_{fr}$ est la chute de pression supplémentaire, qui se produit du fait de l'écoulement de 1 vers 2, et qui se superpose à la variation $\int_1^2 \gamma dz$ inhérente à la différence d'altitude $z_2 - z_1$. Quant au signe des intégrales, si celui de $\int_1^2 \gamma dz$ est parfaitement déterminé par celui de la différence $z_2 - z_1$, par contre $\int_1^2 \gamma d\mathcal{T}_{fr}$ doit être affectée du signe + ou du signe — suivant que l'écoulement a lieu de 1 vers 2 ou de 2 vers 1, de sorte qu'en l'absence de dénivellation ($z_1 = z_2$), la pression absolue décroisse toujours de l'entrée du conduit vers sa sortie.

Si entre les points 1 et 2 se trouve une source favorisant l'écoulement de 1 vers 2 en relevant la pression de b kg/m² entre son aspiration et son refoulement, la pression à la sortie sera relevée d'autant et l'on aura :

$$p_2 = p_1 - \int_1^2 \gamma dz - \int_1^2 \gamma d\mathcal{T}_{fr} + b$$

$$\text{ou} \quad p_1 - p_2 = \int_1^2 \gamma dz + \int_1^2 \gamma d\mathcal{T}_{fr} - b .$$

12. L'analyse dimensionnelle permet d'exprimer la grandeur des travaux de frottement $\mathcal{T}_{fr}$ dus à l'écoulement d'un fluide dans un conduit de diamètre D, de la façon suivante :

$$\mathcal{T}_{fr} = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g},$$

En ventilation minière, l'importance de la turbulence fait que λ, coefficient sans dimension, peut être considéré comme fonction uniquement de la rugosité relative des parois. Pour un conduit de section droite non circulaire, on remplace le diamètre D par le diamètre hydraulique 4 S/P :

$$\mathcal{T}_{fr} = \lambda \frac{LP}{4S} \frac{V^2}{2g} = \frac{\lambda LPQ^2}{8gS^3} .$$

La chute de pression correspondante vaudra :

$$H = \gamma \mathcal{T}_{fr} = \frac{\gamma\lambda LP}{8gS^3} . Q^2 \qquad (1')$$

ou encore

$$H = RQ^2 \quad \text{avec} \quad R = \frac{\gamma\lambda LP}{8gS^3} .$$

Dans ces formules, Q est le débit volumique (m³/s) dans le conduit et R sa résistance à l'écoulement en kmurgues (kgs²/m⁸).

On constate que R contient non seulement des paramètres géométriques (longueur, section, périmètre, rugosité), mais encore le poids spécifique γ du fluide; celui-ci influence par ailleurs le débit en volume, puisque

$$Q = G/\gamma ,$$

G étant le débit pondéral.

En ventilation minière, on n'utilise pas d'ordinaire les débits pondéraux, on préfère tenir compte de la variation du poids spécifique γ en ramenant le débit en volume à un état de référence, par exemple l'état normal (0 °C, 760 mm Hg), état pour lequel on a $\gamma_o = 1{,}293$ kg/m³; on a évidemment :

$$Q = \frac{G}{\gamma} = \frac{G}{\gamma_o} \frac{\gamma_o}{\gamma} = Q_o \frac{\gamma_o}{\gamma}, \quad \text{d'où}$$

$$H = \frac{\gamma\lambda LP}{8gS^3} \frac{Q_o^2 \gamma_o^2}{\gamma^2} = \frac{\gamma_o\lambda LP}{8gS^3} . Q_o^2 \left(\frac{\gamma_o}{\gamma}\right)$$

ou encore

$$H = R_o Q_o^2 \left(\frac{\gamma_o}{\gamma}\right) \qquad (2)$$

R_o étant la résistance offerte par le circuit à un fluide possédant réellement le poids spécifique γ_o.

On voit donc que si le fluide passe de l'état *o* à un état quelconque, le débit massique restant constant, il faut appliquer à la perte de charge $H_o = R_o Q_o^2$ calculée pour l'état *o* le facteur de correction γ_o/γ. Ce facteur résulte d'une part de la correction de la résistance :

$$R = R_o \left(\frac{\gamma}{\gamma_o}\right) ;$$

d'autre part de la correction du débit volumique :

$$Q = Q_o \left(\frac{\gamma_o}{\gamma}\right) .$$

Si dans une branche donnée le poids spécifique ne peut être considéré comme constant, les relations (1') et (2) doivent être écrites sous forme différentielle :

$$\gamma d\mathcal{T}_{fr} = dH = \frac{\gamma_o\lambda P}{8gS^3} Q_o^2 \left(\frac{\gamma_o}{\gamma}\right) dL = r_o Q_o^2 \left(\frac{\gamma_o}{\gamma}\right) dL$$

r_o représentant la résistance du circuit par unité de longueur. En intégrant, on a ensuite :

$$H = r_o Q_o^2 \int_o^L \left(\frac{\gamma_o}{\gamma}\right) dL . \qquad (2')$$

Remarquons que les formes précédentes donnent la *grandeur* (valeur absolue) de la chute de pression due à l'écoulement; quant au signe, il est fixé par le sens de l'écoulement.

13. En combinant les relations (1), (1') et (2) ou (2'), on obtient, si le poids spécifique varie entre les points 1 et 2 :

$$p_1 - p_2 = \int_1^2 \gamma dz \pm r_o Q_o^2 \int_1^2 \left(\frac{\gamma_o}{\gamma}\right) \quad (3)$$

et s'il reste pratiquement constant entre les points 1 et 2 :

$$p_1 - p_2 = \gamma (z_2 - z_1) \pm R_o Q_o^2 \left(\frac{\gamma_o}{\gamma}\right) \quad (3')$$

le signe + correspondant à l'écoulement de 1 vers 2.

2. Condition d'inversion dans une branche B parallèle à une branche A dans laquelle a pris naissance un feu.

21. Hypothèses.

— Energie cinétique négligée;
— Débit massique constant dans la branche en feu;
— Pas de voies horizontales dans la branche en feu;
— Pas de variation du poids spécifique entre les nœuds 1 et 2, l'incendie prenant naissance au niveau inférieur (cfr. fig. 2).

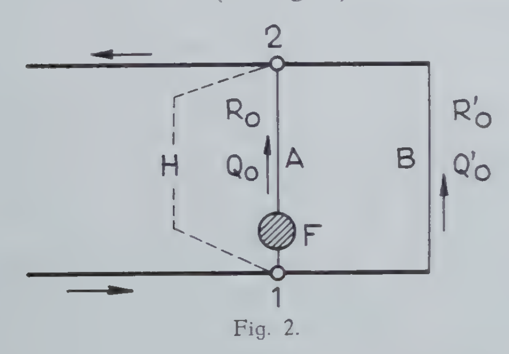


Fig. 2.

Thèses.

1. La perturbation de l'aérage par l'incendie passe par un maximum pour une certaine température des fumées.

2. Le risque d'inversion dans la branche B dépend à la fois de la température des fumées et de la perte de charge de la branche A avant l'incendie.

— Si cette perte de charge est suffisamment élevée, la branche B ne sera jamais en inversion mais subira une réduction de débit maximum pour une température des fumées inférieure à 300 °C.

— Pour une valeur particulière de la perte de charge de A, la branche B sera *neutre* pour *une* seule tempé rature des fumées de l'ordre de 300 °C, le sens de l'écoulement dans B restant normal pour toute autre température.

— Pour une perte de charge dans A suffisamment basse, la branche B sera en *inversion* pour une *plage* de températures s'étendant de part et d'autre de 300 °C, tandis que l'écoulement dans G garde un sens normal à la fois pour des températures plus élevées et plus basses. Le débit inverse sera maximum pour une température des fumées *supérieure* à 300 °C.

3. Pour l'étude du risque d'inversion dans la branche B, la température la plus défavorable correspond à la condition :

$$\gamma_f = 0{,}5\ \gamma_a .$$

Démonstration.

1. Appliquons l'équation (3') à chacune des branches A et B, dont les résistances et débits valent respectivement pour de l'air à l'état normal : R_o, Q_o et R'_o, Q'_o :

— Pour la branche A en feu (poids spécifique pratiquement uniforme γ_f) :

$$p_1 - p_2 = \gamma_f (z_2 - z_1) + R_o Q_o^2 \left(\frac{\gamma_o}{\gamma_f}\right)$$

— Pour la branche B (poids spécifique γ_a de l'air en l'absence d'incendie) :

$$p_1 - p_2 = \gamma_a (z_2 - z_1) + R_o' Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_a) .$$

On en déduit, en éliminant $p_1 - p_2$ entre ces relations

$$R_o' Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_a) = -(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1) + R_o Q_o^2 (\gamma_o/\gamma_f) . \quad (4)$$

En l'absence d'incendie, les pertes de charge suivant les trajets A et B étaient égales :

$$R_o' Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_a) = R_o Q_o^2 (\gamma_o/\gamma_a) . \quad (5)$$

En comparant les formules (4) et (5), on voit qu'*au point de vue de la ventilation, l'existence de l'incendie se manifeste d'une part par un accroissement fictif de la résistance R_o dans le rapport γ_a/γ_f et d'autre part par l'insertion dans la branche en feu d'une source de dépression $(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1)$ favorisant l'écoulement,* le signe moins dans la formule (4) correspondant à une réduction de perte de charge.

En considérant la formule (4), il est aisé de prouver que la perturbation de la ventilation n'est pas une fonction continuellement croissante de la température des gaz de la galerie en feu, mais qu'il existe une température déterminée rendant la perturbation maximum. La démonstration est simple si nous supposons (provisoirement) que le débit Q_o dans la branche en feu, pris à l'état de référence, est indépendant de γ_f. Dans ce cas, la fonction :

$$H = F(\gamma_f) = -(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1) + R_o Q_o^2 (\gamma_o/\gamma_f) , \quad (4')$$

qui constitue la différence de charge (en kg/m²) entre les points 1 et 2, est par rapport à la variable $\gamma_f = x$ du type :

$$y = a + bx + (c/x)$$

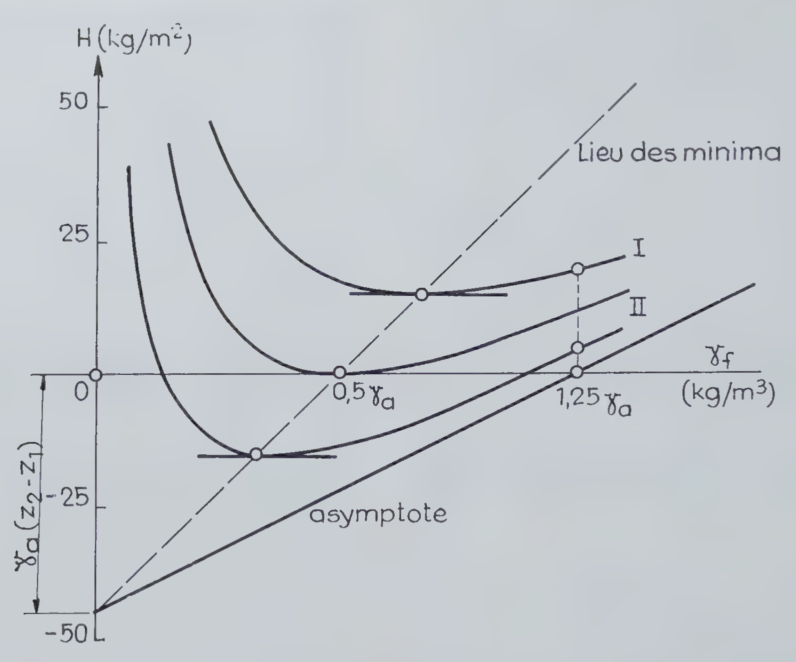


Fig. 3.

et est représentée, voir figure 3, dans un diagramme H, γ_f par une hyperbole ayant pour asymptotes l'axe vertical ($\gamma_f = 0$) et la droite :

$$H = -(\gamma_a - \gamma_f)\ (z_2 - z_1)\,.$$

Seule la partie de cette courbe située à droite de l'axe vertical ($\gamma_f > 0$) possède une signification physique. Cette partie passe évidemment par un minimum, qui peut être négatif si $\gamma_a\ (z_1 - z_2)$ est relativement grand ou $R_o\ Q_o^2$ relativement petit. Comme dans la branche B on a toujours :

$$H = R_o'\ Q_o'^2\ (\gamma_o/\gamma_a)$$

la variation de H entraîne une variation de même sens de Q_o' ; éventuellement, si H devient négatif, le débit s'inverse dans la branche B. La partie de la courbe $H = F(\gamma_f)$ située sous l'axe des abscisses offre donc un intérêt pratique évident, puisqu'elle correspond à la plage des valeurs de γ_f pour lesquelles la branche B est en inversion.

La valeur de γ_f correspondant au minimum de la fonction $H = F(\gamma_f)$ est la racine positive de l'équation $dH/d\gamma_f = 0$, c'est-à-dire :

$$(z_2 - z_1) - R_o\ Q_o^2\ \gamma_o\ (1/\gamma_f)^2 = 0$$

d'où

$$(\gamma_f)_{min} = \gamma_o \sqrt{\frac{R_o\ Q_o^2}{\gamma_o\ (z_2 - z_1)}}\,. \qquad (6)$$

En reportant cette valeur de γ_f dans (4'), on trouve :

$$H_{min} = -\gamma_a\ (z_2 - z_1) + 2\ \sqrt{R_o\ Q_o^2\ \gamma_o\ (z_2 - z_1)}\,. \qquad (7)$$

$$= -\gamma_a\ (z_2 - z_1) + 2\ \gamma_o\ (z_2 - z_1) \sqrt{\frac{R_o\ Q_o^2}{\gamma_o\ (z_2 - z_1)}}\,. \qquad (7')$$

Exemple.

Soit $z_2 - z_1 = 36$ m $\qquad \gamma_a = 1{,}25$ kg/m³
d'où $\gamma_a\ (z_2 - z_1) = 45$ kg/m².
Si la perte de charge du chantier A où a pris naissance le feu est de 20 kg/m² dans les conditions réelles, c'est-à-dire $R_a\ Q_a^2 = R_o\ Q_o^2\ (\gamma_o/\gamma_a) = 20$ kg/m², la variation de H en fonction de γ_f se présente suivant la courbe I de la figure 3. La perturbation maximum de la ventilation se produira pour :

$$(\gamma_f)_{min} = \gamma_o \sqrt{\frac{R_o\ Q_o^2}{\gamma_o\ (z_2 - z_1)}}$$

$$= \gamma_a \sqrt{\frac{R_a\ Q_a^2\ *}{\gamma_a\ (z_2 - z_1)}} = 1{,}25 \sqrt{\frac{20}{45}}$$

$$= 1{,}25 \times \tfrac{2}{3} = 0{,}833 \text{ kg/m}^3$$

ce qui, pour $p = 800$ mm Hg, correspond à T = 446 °K = 173 °C. La différence de charge minimum entre 1 et 2 sera :

$$H_{min} = -\gamma_a\ (z_2 - z_1) + 2\ \sqrt{R_a\ Q_a^2\ \gamma_a\ (z_2 - z_1)}\ *$$
$$= -45 + 2\ \sqrt{20 \times 45} = 15 \text{ kg/m}^2.$$

---

* Ces formules se confondent avec celles écrites antérieurement, si l'on choisit l'état a pour état de référence, celui-ci étant de toute façon arbitraire.

Si par contre la perte de charge du chantier où a pris naissance le feu est de 5 kg/m², on trouve (fig. 3, courbe II) :

$$(\gamma_f)_{min} = 1{,}25 \sqrt{\frac{5}{45}} = \frac{1{,}25}{3} = 0{,}417 \text{ kg/m}^3,$$

ce qui correspond à T = 892 °K = 619 °C.

La différence de charge entre 1 et 2, correspondant à $(\gamma_f)_{min}$ vaut :

$$H_{min} = -45 + 2\sqrt{5 \times 45} = -15 \text{ kg/m}^2;$$

elle est négative et implique une inversion dans la branche B. D'ailleurs, H pour cet exemple est négatif pour $0{,}16 < \gamma_f < 1{,}09$ kg/m³.

Cet exemple montre que la température qui correspond au minimum de la courbe H = F (γ_f) est facilement atteinte et dépassée dans les incendies de mine.

2. En vue d'établir la deuxième partie de la thèse, examinons comment se modifie la courbe $H = f(\gamma_f)$ lorsqu'on donne à $R_a Q_a^2$ diverses valeurs, γ_a et $z_2 - z_1$ restant invariables. L'équation (4) :

$$H = -(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1) + R_a Q_a^2 (\gamma_a/\gamma_f)$$

est celle d'une famille d'hyperboles de paramètre $R_a Q_a^2$. Comme celui-ci n'intervient pas dans l'équation des asymptotes, celles-ci restent invariables. Les courbes se rapprochent d'autant plus des asymptotes que $R_a Q_a^2$ est plus petit; on s'en convainc aisément en remarquant que l'ordonnée de la courbe correspondant à l'abscisse $\gamma_f = \gamma_a$ est précisément $H = R_a Q_a^2$. Il existe donc une *valeur critique* de $R_a Q_a^2$ à partir de laquelle la courbe devient tangente à l'axe horizontal; pour des valeurs encore plus faibles de $R Q_a^2$, une partie de la courbe se trouve sous l'axe horizontal, elle correspond à une plage de valeurs de γ_f (et donc de T_f) pour laquelle la branche B voisine est en inversion. Les valeurs de γ_f délimitant cette plage sont racines de l'équation H = 0 :

$$\gamma_f = 0{,}5\ \gamma_a \pm \sqrt{0{,}25\ \gamma_a^2 - \frac{R_a Q_a^2 \gamma_a}{z_2 - z_1}};$$

ces valeurs sont *symétriques par rapport à 0,5* γ_a.

Quant au minimum de la courbe, qui correspond à la perturbation maximum de l'aérage, on prouve aisément qu'il se déplace sur une droite coupant l'axe des abscisses au point 0,5 γ_a. En effet, les équations (6) et (7') constituent les équations paramétriques du lieu géométrique des minima, le paramètre étant :

$$\sqrt{\frac{R_a Q_a^2}{\gamma_a (z_2 - z_1)}}$$

En éliminant ce paramètre, on trouve immédiatement :

$$H_{min} = -\gamma_a (z_2 - z_1) + 2(\gamma_f)_{min}(z_2 - z_1);$$

c'est l'équation d'une droite coupant l'axe des abscisses au point 0,5 γ_a et l'axe des ordonnées au point $-\gamma_a (z_2 - z_1)$ (cf. fig. 3).

Le point d'intersection de cette droite avec l'axe des abscisses offre un intérêt particulier, car il remplit à la fois les conditions H = 0 et $(dH/d\gamma_f) = 0$; c'est le point de contact de l'hyperbole tangente à l'axe des x. Cette hyperbole et la valeur de $R_a Q_a^2$ correspondante séparent le domaine des courbes qui ne coupent jamais l'axe des abscisses (inversions en B impossibles) et celles où l'inversion se produit dans une plage limitée de valeurs de γ_f, ou de T_f.

La figure 3 permet dès lors de justifier les conclusions de la deuxième partie de la thèse. Si la perte de charge entre les nœuds 1 et 2 est suffisamment élevée, l'inversion dans la tranche B ne se produit pas, mais le débit y passe par un minimum, correspondant à une valeur de γ_f supérieure à 0,5 γ_a, c'est-à-dire pour une température des fumées inférieure à 2 T_a (donc environ 600 °K ou 300 °C). Deuxièmement, il existe une *valeur critique* de la perte de charge normale entre 1 et 2 telle qu'on risque tout au plus l'arrêt de l'aérage dans la branche B; cet arrêt se produira pour $\gamma_f = 0{,}5\ \gamma_a$ (soit environ 300 °C). Enfin, si la perte de charge normale entre 1 et 2 est inférieure à cette valeur critique, la branche B sera en inversion pour une plage de valeurs de γ_f encadrant 0,5 γ_a de façon symétrique; le débit inverse sera maximum pour une valeur de γ_f plus faible que 0,5 γ_a (donc pour une température des fumées supérieure à environ 300 °C).

3. Par conséquent, *lorsqu'on étudie le risque d'inversion* avec l'intention de le réduire par une action appropriée, l'hypothèse $\gamma_f = 0{,}5\ \gamma_a$ (ou, voir ci-après, $T_f = 2\ T_a$) est toujours très voisine de la condition la plus défavorable. Ce choix est rigoureusement fondé si on arrive à éviter de justesse l'inversion; si on ne peut l'éviter, elle existera sûrement pour cette valeur de γ_f ainsi que pour des valeurs voisines; enfin, si le risque d'inversion est inexistant, l'erreur dans le choix de γ_f est sans conséquences.

Remarque.

Dans tout ce paragraphe, nous avons considéré le poids spécifique des fumées comme paramètre. Bien qu'il ne soit pas directement mesurable, on le calcule aisément au moyen de l'équation des gaz parfaits :

$$\gamma_f = \frac{p}{R_f T_f}.$$

La pression p, pression atmosphérique locale, est très peu influencée par l'incendie. R_f est la constante spécifique des fumées; elle diffère également peu de celle de l'air, étant donné les influences opposées de CO_2 (plus lourd que l'air) et de H_2O (plus léger). Ainsi, pour des fumées contenant 6 % de CO_2, 6 % de H_2O, 11 % de O_2, le solde de N_2, on a R_f = 29,45 m/°C au lieu de 29,3 m/°C pour l'air pur.

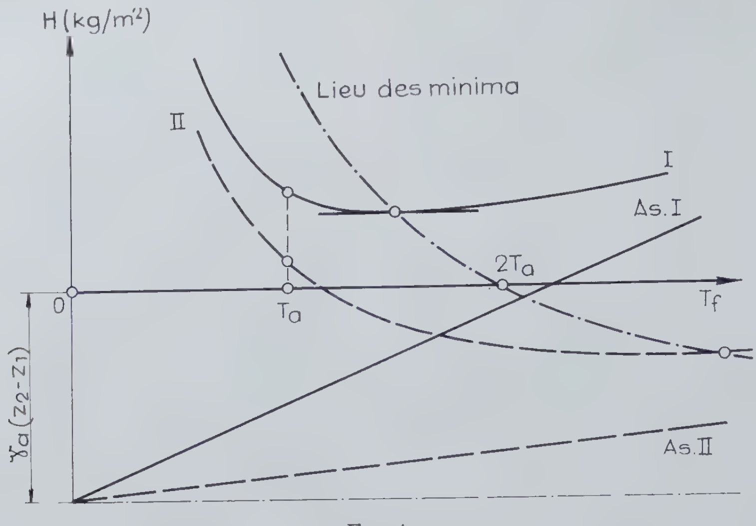


Fig. 4.

Il en résulte que le poids spécifique γ_f est influencé de façon prépondérante par la température T_f des fumées et l'on a, avec une excellente approximation :

$$\gamma_f \, T_f = \gamma_a \, T_a = \gamma_o \, T_o \, .$$

On aurait pu faire usage de ces relations pour éliminer dans les calculs précédents γ_f au profit de T_f. On aurait ainsi, à la place de la relation (4') :

$$H = F(T_f) = -\gamma_o (z_2 - z_1) \left(\frac{T_o}{T_a} - \frac{T_o}{T_f}\right) + R_o Q_o^2 \, (T_f/T_o) \, .$$

Dans un diagramme (H, T_f) (cf. fig. 4), cette relation est représentée par une hyperbole ayant pour asymptotes l'axe vertical ($T_f = 0$) et la droite :

$$H = -\gamma_o (z_2 - z_1) \frac{T_o}{T_a} + R_o Q_o^2 \frac{T_f}{T_o} \, .$$

On peut retrouver sur ce diagramme toutes les propriétés découvertes sur la figure 3, bien que les tracés soient un peu moins simples. En particulier, le lieu géométrique des minima de H a pour équation :

$$H = -\gamma_o (z_2 - z_1) \left(\frac{T_o}{T_a} - \frac{2 \, T_o}{T_f}\right);$$

ce lieu coupe l'axe des abscisses au point $T_f = 2 \, T_a$ qui correspond à celui $\gamma_f = 0{,}5 \; \gamma_a$ sur l'axe des abscisses de la figure 3, et à la température critique de 300 °C environ, annoncée précédemment.

22. Hypothèses.

— Energie cinétique négligée;
— Débit massique constant dans la branche en feu;
— Poids spécifiques constants γ_a en amont du foyer et γ_f en aval jusqu'au nœud 2.

Par rapport au paragraphe 21, nous admettons maintenant l'existence d'un parcours horizontal en amont et en aval du foyer, et un emplacement quelconque de celui-ci (fig. 5).

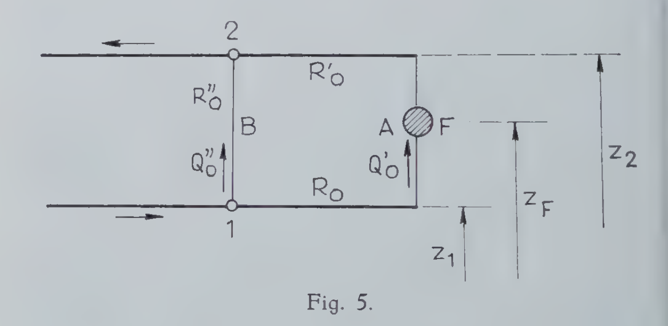


Fig. 5.

Thèses.

1. La perturbation de l'aérage par l'incendie passe encore par un maximum.

2. La température correspondant à cette perturbation maximum est généralement plus élevée que $T_f = 2 \, T_a$.

3. Le risque d'inversion dans la branche B parallèle à celle en feu varie de façon complexe en fonction de la répartition des résistances en amont et en aval du foyer. Toutefois, on ne commet généralement pas une erreur importante en étudiant le risque d'inversion avec $\gamma_f = 0{,}5 \; \gamma_a$.

Démonstration.

Admettons que dans la branche A le débit normal soit Q_o' et que la résistance comporte la partie R_o en amont du foyer et R_o' en aval, tandis que dans la branche B on a normalement le débit Q_o'' et la résistance R_o''; soit encore z_F la cote du foyer. Appliquons

l'équation (3') aux tronçons 1F et F2 de la branche A, ainsi qu'à la branche B ; nous aurons :

$$p_1 - p_F = \gamma_a (z_F - z_1) + R_o Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_a)$$

$$p_F - p_2 = \gamma_f (z_2 - z_F) + R_o' Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_f)$$

$$p_1 - p_2 = \gamma_a (z_2 - z_1) + R_o'' Q_o''^2 (\gamma_o/\gamma_a).$$

En éliminant $p_1 - p_2$ et p_F, nous obtenons pour la perte de charge entre les nœuds 1 et 2 l'expression suivante :

$$H = R_o'' Q_o''^2 (\gamma_o/\gamma_a) = -(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_F) + R_o Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_a) + R_o' Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_f). \qquad (8)$$

En l'absence d'incendie, on aurait :

$$H = R_o'' Q_o''^2 (\gamma_o/\gamma_a) = R_o Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_a) + R_o' Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_a). \qquad (9)$$

En comparant (8) et (9), on voit qu'au point de vue de la ventilation, l'existence de l'incendie se manifeste d'une part par l'accroissement dans le rapport γ_a/γ_f de la résistance *de la partie de la branche A parcourue par les fumées* et, d'autre part, par l'insertion dans cette branche d'une source de force aéromotrice $(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_F)$, proportionnelle à la hauteur de la colonne de fumées.

Admettons comme précédemment que le débit Q_o' est constant. La relation (8) montre alors immédiatement que la perturbation de la ventilation par l'incendie passe encore par un maximum pour une certaine valeur de γ_f, donc de T_f. En effet, tout comme la relation (4) du paragraphe 21, l'égalité (8) est représentée dans le diagramme H, γ_f de la figure 6 par une hyperbole, ayant pour asymptotes l'axe vertical et la droite :

$$H = -(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_F) + R_o Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_a).$$

Cette courbe présente un minimum pour $0 < \gamma_f < \gamma_a$, ce qui démontre la première partie de la thèse.

En vue de la discussion, il est commode d'introduire les notations suivantes :

$$k = \frac{R_o}{R_o + R_o'}, \quad R_{t,o} = R_o + R_o',$$

$$x = \frac{z_2 - z_F}{z_2 - z_1}, \quad y = \frac{R_{t,o} Q_o'^2 \gamma_o}{\gamma_a (z_2 - z_1)}. \qquad (9')$$

Avec ces notations, la relation (8) s'écrit :

$$\frac{H}{(z_2 - z_1)} = -x(\gamma_a - \gamma_f) + ky + (1 - k)\, y \frac{\gamma_a}{\gamma_f}. \qquad (8')$$

La condition $dH/d\gamma_f = 0$, qui donne le minimum de la courbe $H = F(\gamma_f)$, devient :

$$x = \frac{y(1 - k)\gamma_a}{\gamma_f^2}. \qquad (10)$$

Lorsqu'on fait varier y, tandis que x, k et γ_a restent constants, le minimum de la courbe $H = F(\gamma_f)$ se déplace sur une courbe dont l'équation s'obtient en éliminant y entre (8') et (10). On trouve :

$$\frac{H_{min}}{z_2 - z_1} = x\left[2(\gamma_f)_{min} - \gamma_a + \frac{k(\gamma_f)^2_{min}}{(1 - k)\gamma_a}\right]. \qquad (11)$$

Pour $k = 0$, cette relation devient :

$$\frac{H_{min}}{z_2 - z_1} = x\,[2(\gamma_f)_{min} - \gamma_a];$$

elle se confond, au facteur x près, qui dans ce cas est égal à 1, avec la droite-lieu des minima découverte au paragraphe 21, qui coupe l'axe des abscisses au point $\gamma_f = 0{,}5\ \gamma_a$. Par conséquent, si la résistance de la

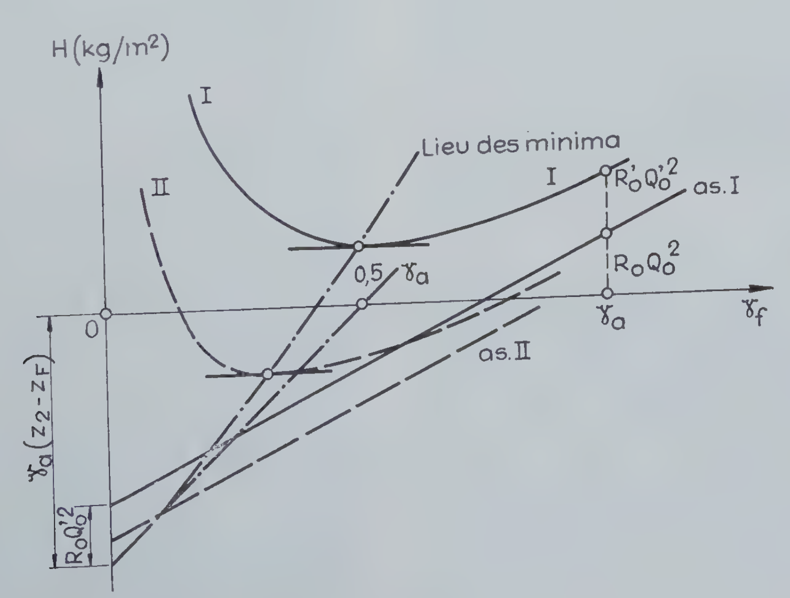


Fig. 6.

branche A se trouve uniquement en aval du foyer, toutes les conclusions du paragraphe 21 restent valables.

Pour $k \neq 0$ (c'est-à-dire lorsque la résistance de la branche est répartie entre l'amont et l'aval du foyer), l'équation (11) du lieu des minima comporte un terme supplémentaire en γ_f^2, essentiellement positif. Par conséquent, la courbe-lieu des minima est une parabole située au-dessus de la droite obtenue pour $k = 0$ et coupant l'axe des abscisses (H = 0) en un point où γ_f est *inférieur* à 0,5 γ_a. Ce point, qui remplit les conditions $H = 0$ et $dH/d\gamma_f = 0$, est critique au point de vue du risque d'inversion. La température T_f correspondante est nécessairement supérieure à 2 T_a, c'est-à-dire 300 °C, ce qui démontre la deuxième partie de la thèse.

La formule (11) suggère que la valeur critique de γ_f sera d'autant plus écartée de 0,5 γ_a que k est élevé. D'une façon plus précise, si on annule l'expression (11), on obtient une équation en γ_f dont la racine positive, seule à retenir, vaut :

$$\gamma_f = \gamma_a \frac{\sqrt{1-k} - (1-k)}{k} . \qquad (12)$$

Cette expression ne permet pas de discuter aisément l'influence de k. En particulier, elle est indéterminée pour $k = 0$, mais sa valeur vraie est 0,5, comme la relation (11) le fait prévoir. Pour des valeurs de k pas trop élevées, on peut développer (12) en série; on trouve ainsi :

$$\gamma_f = \gamma_a \left(\frac{1}{2} - \frac{k}{8} - \frac{k^2}{16} - \frac{5\,k^2}{128} \ldots\right).$$

Ce développement montre que pour des valeurs normales de k, c'est-à-dire du rapport des résistances en amont et en aval du foyer dans la branche A, la valeur critique du poids spécifique au point de vue du danger d'inversion n'est que peu inférieure à 0,5 γ_a. Par exemple, pour $k = 0,5$, c'est-à-dire la moitié de la résistance totale en amont du foyer, on trouve pour valeur critique de γ_f : 0,414 γ_a, soit $T_f = 2,4\ T_a$, ce qui correspond à quelque 440 °C.

Ces considérations justifient la troisième partie de la thèse.

Remarque.

On notera que le *poids spécifique critique* est formellement indépendant de la variable x, c'est-à-dire du niveau du foyer par rapport aux galeries d'entrée et de retour d'air formant la branche A. La position du foyer exerce cependant une influence indirecte en modifiant le rapport k des résistances amont et aval. De plus, il ne faut pas perdre de vue que, toutes autres choses restant égales, la force aéromotrice du feu et le *risque d'inversion dans B* sont proportionnels à la hauteur de la colonne de gaz chauds. En pratique, dans la plupart des cas, la position la plus défavorable du foyer se situera au pied du chantier. Une exception serait par exemple constituée par le cas d'un chantier dont le retour d'air se terminerait par une courte voie montante, de faible résistance (fig. 7). Il se pourrait alors que l'emplacement le plus défavorable du foyer soit le pied de cette galerie montante, car la réduction de la force aéromotrice des fumées pourrait être plus que compensée par la disparition de l'effet de freinage dû à l'expansion des gaz chauds (faible valeur de x, mais grande valeur de k).

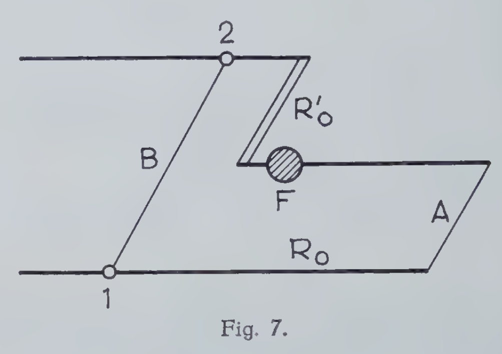


Fig. 7.

23. Hypothèses.

— Energie cinétique négligée;
— Débit massique constant *le long* de la branche en feu, mais variable en fonction de l'activité du foyer;
— Poids spécifiques constants : γ_a en amont du foyer, γ_f en aval jusqu'au nœud 2.

Par rapport aux paragraphes 21 et 22, la différence consiste à ne plus considérer les débits Q_o et Q_o' comme invariables.

Thèses.

1. En ce qui concerne le poids spécifique et la température critique des fumées, rien n'est modifié.

2. En ce qui concerne le risque d'inversion dans B, on le surestime en négligeant la variation du débit dans A.

Démonstration.

Dans les paragraphes précédents, on avait admis pour simplifier que le débit dans la branche A en feu, donc Q_o ou Q_a, ramené aux conditions de référence, restait invariable. En réalité, il est impossible d'étudier le risque d'inversion dans une branche donnée sans tenir compte de l'ensemble du réseau dans lequel elle s'insère. Ce réseau impose une relation bien déterminée entre la différence de hauteur de charge H aux bornes de la branche A et le débit massique qui la traverse. Cette relation ne peut être précisée analytiquement que dans des cas très simples; pour des réseaux ramifiés, elle peut être obtenue graphiquement; elle peut être déterminée expérimentalement dans tous les cas au moyen d'un simulateur d'aérage. Quoi qu'il en soit, on

peut toujours admettre entre H et Q_o une relation du type :

$$H = H_o - \mathcal{R} Q_o^2$$

pour autant qu'on ne fasse varier Q_o qu'entre des limites assez étroites. H_o est par exemple la charge du ventilateur principal supposé unique dons le point de fonctionnement n'est pas sensiblement affecté par la variation limitée de Q_0, et $\mathcal{R}_0$ la résistance équivalente du chemin parcouru par Q_o en dehors de la branche A. Il devient dès lors possible d'éliminer, dans les relations (4') du paragraphe 21 et (8) du paragraphe 22, le carré Q_0^2 ou $Q_0'^2$ du débit de la branche en feu. On a par exemple à la place de (4') :

$$H = -(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1) + \frac{(H_o - H) R_o \gamma_o}{\mathcal{R} \gamma_f}$$

ou

$$H = \frac{H_o (R_o/\mathcal{R})(\gamma_o/\gamma_f) - (\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1)}{1 + (R_o/\mathcal{R})(\gamma_o/\gamma_f)} . \quad (13)$$

Dans le système H, γ_f, cette équation est celle d'une hyperbole ayant pour asymptotes la verticale $\gamma_f = -\gamma_o R_o/\mathcal{R}$ et l'oblique :

$$H = (z_2 - z_1) [\gamma_f - \gamma_a (1 + \frac{R_o \gamma_o}{\mathcal{R} \gamma_a})] .$$

Cette courbe présente un *minimum* pour $0 < \gamma_f < \gamma_a$. Lorsque le rapport $R_o/\mathcal{R}$ croît (c'est-à-dire si la résistance de la branche A augmente ou si la résistance du reste du réseau diminue), les deux asymptotes s'écartent symétriquement vers la gauche et vers la droite; leur point d'intersection se déplace sur un lieu dont l'équation s'obtient en éliminant le paramètre $R_o/\mathcal{R}$ entre leurs équations. On trouve ainsi :

$$H = (z_2 - z_1)(2\gamma_f - \gamma_a);$$

cette équation est la même que celle trouvée au paragraphe 21 pour le lieu des minima des courbes $H = F(\gamma_f)$ avec Q_o = constante. On peut vérifier (par des calculs fastidieux) que, dans le cas présent, cette même droite est à la fois le lieu des minima et le lieu des points d'intersection des asymptotes. En particulier, le point $\gamma_f = 0{,}5\ \gamma_a$ reste celui où on a simultanément $H = 0$ $dH/d\gamma_f = 0$.

Suivant la valeur de $H_0 R_0/\mathcal{R}$, l'hyperbole (13) peut ne pas couper l'axe horizontal, y être tangente ou la couper en deux points. Les points d'intersection éventuels sont confondus avec ceux de la courbe :

$$H = H_0 (R_0/\mathcal{R})(\gamma_o/\gamma_f) - (\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1), \quad (14)$$

qui représente le numérateur de (13). Or, cette dernière fonction est la même que (4'), sauf que le carré du débit Q_o^2 est remplacé par $H_o/\mathcal{R}$. On peut donc conclure, par analogie avec le paragraphe 21, que si la valeur de $H_0 (R_o/\mathcal{R})$ est suffisamment élevée (par rapport à $z_2 - z_1$), H ne sera jamais nul. Il existe une valeur particulière de $H_0 R_0/\mathcal{R}$ telle que H soit nul pour une seule valeur de γ_f, en l'occurrence $\gamma_f = 0{,}5\ \gamma_a$. Enfin, pour des valeurs plus faibles de $H_o R_o/\mathcal{R}$, H devient négatif dans une plage de valeurs de γ_f encadrant symétriquement γ_a.

C'est donc la valeur de $H_o (R_o/\mathcal{R})$ qui, en plus du poids spécifique γ_f ou de la température T_f, détermine la position de la courbe $H = F(\gamma_f)$ par rapport à l'axe horizontal, et par conséquent le risque d'inversion. Remarquons que $H_o (R_o/\mathcal{R})$ peut s'écrire $R_o (H_o/\mathcal{R})$. On constate ainsi que la seule différence entre le paragraphe 21 et le paragraphe présent est que le carré du débit normal Q_0 de la branche A est remplacé par $H_o/\mathcal{R}$, c'est-à-dire le carré du débit Q_c que le réseau est capable de faire passer entre les nœuds 1 et 2 lorsque ceux-ci sont reliés par un court-circuit. En effet, $Q_c^2 = H_o/\mathcal{R}$ équivaut à $H_o - \mathcal{R} Q_c^2 = 0$, c'est-à-dire $H = 0$.

Le débit de court-circuit Q_c est nécessairement supérieur au débit actuel Q_o du chantier. En basant l'étude du risque d'inversion sur la perte de charge actuelle $R_o Q_o^2$, on se met donc en sécurité, ce qui démontre la deuxième partie de la thèse.

Remarque 1.

La marge de sécurité ainsi admise peut être considérable, lorsque plusieurs chantiers sont disposés en parallèle avec A. En effet, si dans ce cas on établit un court-circuit entre les bornes 1 et 2, le débit de ce court-circuit sera manifestement supérieur à la somme des débits de *tous* les chantiers qui sont compris entre ces bornes. Dans le cas particulier où chacun d'eux recevrait le même débit Q_o, on aurait $Q_c > 2 Q_o$ d'où $H_o R_o/\mathcal{R} > 4 R_o Q_o^2$ pour deux chantiers, $Q_c > 3 Q_o$ d'où $H_o R_o/\mathcal{R} > 9 R_o Q_o^2$ pour trois chantiers, etc. On commettrait donc une erreur sérieuse en ne tenant pas compte de la différence qui existe entre le débit normal Q_o et le débit de court-circuit Q_c.

Remarque 2.

On peut objecter que la démonstration ci-dessus repose sur l'hypothèse, à vrai dire contestable, que la pression aux bornes d'une branche est liée à son débit par la relation quadratique :

$$H = H_o - \mathcal{R} Q_o^2 .$$

En réalité, la démonstration peut être étendue au cas où Q_o^2 est une fonction quelconque $f(H)$. L'équation $H = F(\gamma_f)$ peut en effet s'écrire :

$$H = -(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1) + R_o (\gamma_o/\gamma_f) f(H); \quad (15)$$

la courbe correspondante sur le diagramme (H, γ_f) est également quelconque. Elle coupera éventuellement l'axe des abscisses en des points tels que :

$$0 = -(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1) + R_o (\gamma_o/\gamma_f) f(0). \quad (14')$$

Il est clair que $f(0)$ représente le carré du débit de court-circuit Q_o, quelle que soit la fonction $f(H)$. Les points d'intersection de la courbe $H = F(\gamma_f)$ avec l'axe $H = 0$ sont donc bien les mêmes que ceux de l'hyperbole, ce qui suffit déjà à la démonstration.

Nous allons montrer en outre que la courbe quelconque correspondant à l'équation (15) possède encore un minimum et que, si l'on fait varier R_o, ce minimum se déplace sur un lieu dont l'équation reste comme précédemment :

$$H = (z_2 - z_1)(2\gamma_f - \gamma_a).$$

En effet, si on tient compte de ce que H est fonction implicite de γ_f par l'intermédiaire de Q_o^2, on peut écrire en dérivant (15) :

$$\frac{dH}{d\gamma_f} = (z_2 - z_1) - R_o f(H) \frac{\gamma_o}{\gamma_f^2} + R_o \left(\frac{\gamma_o}{\gamma_f}\right) f'(H) \frac{dH}{d\gamma_f}$$

d'où

$$\frac{dH}{d\gamma_f} = \frac{(z_2 - z_1) - R_o f(H)(\gamma_o/\gamma_f^2)}{1 - R_o f'(H)(\gamma_o/\gamma_f)}.$$

Cette dérivée est évidemment nulle lorsque son numérateur est nul (du moment que son dénominateur ne l'est pas), c'est-à-dire lorsque :

$$z_2 - z_1 = R_o f(H)(\gamma_o/\gamma_f^2). \qquad (16)$$

On obtient le lieu des minima en éliminant le paramètre R_o entre (15) et (16). On vérifie aisément qu'on élimine du même coup la fonction $f(H)$ et que le lieu des minima de la courbe décrite par la relation (15) est la droite :

$$H = (z_2 - z_1)(2\gamma_f - \gamma_a)$$

On aboutit ainsi à la conclusion générale que quelles que soient la structure du réseau et les résistances qui le composent, le lieu des minima de la fonction $H = F(\gamma_f)$ est toujours une droite coupant l'axe des abscisses en $\gamma_f = 0{,}5\ \gamma_a$ et que ce poids spécifique est le plus défavorable lorsqu'on étudie le risque d'inversion avec l'intention de l'éviter.

Remarque 3.

La généralisation du paragraphe 22 ne présente pas de difficulté particulière.

24. Hypothèses.

- Energie cinétique négligée;
- Débit massique dans la branche en feu invariable au cours du temps, mais différent entre l'amont et l'aval du foyer;
- Pas de voies horizontales sur le parcours des fumées chaudes;
- Pas de variation du poids spécifique entre les nœuds 1 et 2, l'incendie prenant naissance au niveau inférieur (cf. fig. 2).

Par rapport au paragraphe 21, la seule différence consiste à tenir compte de la différence éventuelle entre le débit massique des fumées et celui d'air comburant.

Thèses.

1. En ce qui concerne le poids spécifique et la température critique des fumées, *rien* n'est modifié.
2. En ce qui concerne le risque d'inversion dans la branche B parallèle à celle en feu, on le *surestime* quelque peu en négligeant la variation de débit massique de part et d'autre du foyer.

Démonstration.

Reprenons l'expression générale de la perte de charge H (kg/m²) telle qu'elle a été donnée au paragraphe 12 :

$$H = RQ^2 \text{ avec } R = \frac{\gamma\lambda LP}{8 g S^3}$$

Q étant le débit en volume réel (m³/s), R la résistance en Kmurgues. On a bien entendu $Q = G/\gamma$, G étant le débit-masse (kg/s) et γ le poids spécifique (kg/m³) du fluide. Toutefois, dans la branche A, il faut distinguer entre le débit massique G_a existant en amont du feu et le débit massique G_f en aval, qui est nécessairement supérieur.

$$G_f = (1 + \varepsilon) G_a \qquad (\varepsilon > 0)$$

On a par conséquent :

$$Q_f = \frac{G_f}{\gamma_f} = \frac{G_f}{\gamma_o}\frac{\gamma_o}{\gamma_f}$$

$$H = \gamma_f \mathcal{T}_{fr} = \gamma_f \frac{\lambda LP}{8 g S^3} Q_f^2$$

$$= \left[\left(\frac{\gamma_f}{\gamma_o}\right)\gamma_o \frac{\lambda LP}{8 g S^3}\right]\left[\frac{G_f^2}{\gamma_o^2}\frac{\gamma_o^2}{\gamma_f^2}\right]$$

$$= \left(\frac{\gamma_f}{\gamma_o}\right) R_o \left[\frac{G_a^2}{\gamma_o^2}\frac{G_f^2}{G_a^2}\right]\left(\frac{\gamma_o^2}{\gamma_f^2}\right)$$

$$= R_o Q_o^2 (1 + \varepsilon)^2 (\gamma_o/\gamma_f)$$

γ_o étant le poids spécifique de l'*air* à l'état de référence, R_o la résistance de la branche A parcourue par de l'air à l'état de référence et Q_o le débit d'*air* ramené aux conditions de référence.

On constate donc que l'accroissement du débit massique dû à la combustion entraîne simplement un accroissement de résistance de la branche en feu.

Cela étant, la démonstration donnée au paragraphe 21 doit être modifiée comme suit :

— pour la branche A, on a maintenant :

$$p_1 - p_2 = \gamma_f(z_2 - z_1) + R_o Q_o^2 (1 + \varepsilon)^2 (\gamma_o/\gamma_f)$$

— pour la branche B, on a comme avant :

$$p_1 - p_2 = \gamma_a(z_2 - z_1) + R_o' Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_a)$$

— en éliminant $p_1 - p_2$:

$$H = R_o' Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_a) = R_a Q_a^2$$

$$= -\gamma_a (z_2 - z_1) + R_0 Q_0^2 (1 + \varepsilon)^2 (\gamma_o/\gamma_a) \quad (17)$$

En l'absence d'incendie, on avait :

$$H = R_o' Q_o'^2 (\gamma_o/\gamma_a) = R_o Q_o^2 (\gamma_o/\gamma_a) .$$

Par conséquent, au point de vue de la ventilation, l'existence de l'incendie se manifeste, d'une part, par la multiplication de la résistance R_o par le facteur $(1 + \varepsilon)^2 (\gamma_o/\gamma_f)$ et, d'autre part, par l'insertion de la source de dépression $(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1)$ favorisant l'écoulement.

Si on compare la relation (17) avec celle (4') du paragraphe 21, on voit que la seule modification consiste en la majoration de la résistance R_o par le facteur $(1 + \varepsilon)^2$. Par conséquent, toutes les propriétés qui ont été démontrées au paragraphe 21, sans faire intervenir la valeur de R_o, sont maintenues et notamment les suivantes :

— Il existe une valeur de γ_f, comprise entre 0 et γ_a, rendant maximum la perturbation de la ventilation par l'incendie;

— Le risque d'inversion dans la branche B dépend de la valeur de la perte de charge normale $R_o Q_o^2$ entre les nœuds 1 et 2;

— Pour étudier ce risque, la valeur la plus défavorable du poids spécifique des fumées est $\gamma_f = 0{,}5\ \gamma_a$.

Toutefois, étant donné que dans la formule (17) la résistance R_o est remplacée par $R_o (1 + \varepsilon)^2$, le risque d'inversion se trouve réduit, c'est-à-dire que l'inversion ne se produira que pour des valeurs de $R_o Q_o^2$ plus faibles que celles auxquelles on aboutirait à partir du paragraphe 21.

Remarque : Le facteur de correction $(1 + \varepsilon)^2$ ne s'écarte cependant pas beaucoup de l'unité. En effet, dans les combustions industrielles avec excès d'air minimum, le poids des fumées n'excède pas de plus de 6 à 7 % celui de l'air comburant. Dans le cas d'un incendie où le contact entre l'air et les matières en combustion n'est pas organisé de façon optimale, l'excès d'air est souvent considérable, et le rapport G_f/G_a se rapproche encore de l'unité. Toutefois, suivant Woskobojnikow (cfr. doc. CECA 5688/62), l'accroissement du débit pondéral des fumées serait dû à la vaporisation d'eau provenant, soit des matières en combustion (bois humide), soit des épontes en contact avec les fumées chaudes. Dans ces conditions, le facteur $(1 + \varepsilon)^2$ pourrait prendre des valeurs atteignant 1,25 et la perte de charge critique en dessous de laquelle l'inversion est à craindre serait réduite de 20 %. Dans l'incertitude où l'on se trouve quant à la valeur de $1 + \varepsilon$, il convient de le considérer comme un simple coefficient de sécurité.

25. Hypothèses.

— Débit massique constant dans la branche en feu;

— Pas de voies horizontales dans la branche en feu;

— Pas de variation du poids spécifique entre les nœuds 1 et 2, l'incendie prenant naissance au niveau inférieur (cfr. fig. 2).

Par rapport au paragraphe 21, la seule différence consiste à ne pas négliger les variations d'énergie cinétique qui se produisent entre l'amont et l'aval du foyer.

Thèses.

— En ce qui concerne l'existence d'une température ou d'un poids spécifique critique pour les fumées, rien n'est modifié aux conclusions du paragraphe 21.

— Pour l'étude du risque d'inversion, la température la plus défavorable est légèrement *inférieure* à celle qui correspond à

$$\gamma_f = 0{,}5\ \gamma_a$$

— Lorsque l'on néglige la variation d'énergie cinétique due à l'expansion thermique des gaz sous l'influence du foyer, on surestime *légèrement* le risque d'inversion dans la branche parallèle B.

Démonstration.

Dans le cas présent, il est nécessaire de faire une hypothèse sur la section S offerte au passage des fumées. Nous admettons que cette section est constante, ce qui est assez vrai *en moyenne*. Puisque nous admettons aussi que le débit massique et le poids spécifique sont constants, d'une part en amont et d'autre part en aval du foyer, il ne peut se produire de variation de vitesse qu'à proximité immédiate du foyer, dans une zone que nous supposons de longueur négligeable vis-à-vis du parcours total des fumées.

Reprenons pour cette zone la première équation fondamentale paragraphe 11 :

$$d\mathcal{T}_{fr} = -dz - \frac{dp}{\gamma} - \frac{VdV}{g} .$$

Négligeons encore (du moins provisoirement) les termes $d\mathcal{T}_{fr}$ et dz, nous obtenons alors :

$$\frac{dp}{\gamma} = -\frac{VdV}{g} \quad \text{ou} \quad dp = -\gamma V \left(\frac{dV}{g}\right) \quad (18)$$

D'autre part, l'équation de continuité donne :

$$G = Q\gamma = VS\gamma = S(V\gamma) = \text{constante},$$

elle implique que $V\gamma$ reste constant quand on passe de l'amont à l'aval du foyer (c'est-à-dire que l'on néglige l'accroissement de débit massique envisagé au paragraphe 24). Par conséquent, en intégrant (18) sur

l'étendue de la zone de variation du poids spécifique, il faut écrire :

$$(\Delta p)_{\text{foyer}} = -(\gamma_f V_f \text{ ou } \gamma_a V_a)(V_f - V_a)/g$$
$$= -(\gamma_f V_f^2 - \gamma_a V_a^2)/g \qquad (19)$$

et non plus, selon Woskobojnikow (doc. CECA 5688/62, page 4) :

$$(\Delta p)_{\text{foyer}} = -(\gamma_f V_f^2 - \gamma_a V_a^2)/2g$$

Nota : Cette erreur est très répandue. Un examen attentif montre que le facteur 2 s'introduit au dénominateur lorsque les variations de vitesse sont dues à des variations de section ou de débit massique, et n'apparaît *pas* si elles sont dues à la compressibilité.

La relation (19) peut encore s'écrire :

$$(\Delta p)_{\text{foyer}} = -\frac{G^2}{g S^2}\left(\frac{1}{\gamma_f} - \frac{1}{\gamma_a}\right)$$
$$= -\frac{Q_o^2}{g S^2}\left(\frac{\gamma_o^2}{\gamma_f} - \frac{\gamma_o^2}{\gamma_a}\right) \qquad (19')$$

Sous cette forme, le terme $(\Delta p)_{\text{foyer}}$ apparaît comme une perte de charge supplémentaire fictive se produisant dans la branche A, en plus de celle due aux travaux de frottements que nous avons provisoirement négligés.

Cela étant, la démonstration donnée au paragraphe 21 se modifie comme suit :

— Pour la branche A en feu, on a maintenant :

$$p_1 - p_2 = \gamma_f (z_2 - z_1) + R_o'' Q_o^2 (\gamma_o/\gamma_f) + \frac{Q_o^2 \gamma_o}{g S^2}\left(\frac{\gamma_o}{\gamma_f} - \frac{\gamma_o}{\gamma_a}\right).$$

— Pour la perte de charge entre les nœuds 1 et 2 (fig. 2), on trouve, tous calculs faits :

$$H = -(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1) + R_o Q_o^2 (\gamma_o/\gamma_f) + \frac{Q_o^2 \gamma_o}{g S^2}\left(\frac{\gamma_o}{\gamma_f} - \frac{\gamma_o}{\gamma_a}\right). \qquad (20)$$

Cette relation, tout comme celle (4') du paragraphe 21, est représentée dans le diagramme H, γ_f par une hyperbole, dont seule la branche correspondant à $\gamma_f > 0$ possède un sens physique. L'asymptote verticale reste l'axe des ordonnées ($\gamma_f = 0$). L'asymptote oblique a pour équation :

$$H = -(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1) - \frac{Q_o^2 \gamma_o^2}{g S^2 \gamma_a};$$

à cause du terme en S, elle est parallèle à celle trouvée au paragraphe 21, mais située plus bas (cfr. fig. 8). Dans le domaine $0 < \gamma_f < \gamma_a$, la fonction $H = F(\gamma_f)$ conserve un minimum, mais ce minimum se trouve nécessairement à droite de celui calculé par la relation (4'), c'est-à-dire sans le terme cinétique; il correspond à une température critique plus faible. En effet, le terme en S, par lequel la relation (20) diffère de la (4'), est une fonction de γ_f continuellement *décroissante*. Son adjonction ne peut que déplacer vers la droite le minimum de la fonction $H = F(\gamma_f)$, c'est-à-dire vers des valeurs plus élevées de γ_f.

Il n'en résulte pas pour autant un accroissement du risque d'inversion, bien au contraire. En effet, le terme supplémentaire en S est essentiellement *positif* dans l'intervalle $0 < \gamma_f < \gamma_a$, de telle sorte que la courbe $H = F(\gamma_f)$ se trouve toujours relevée par l'adjonction

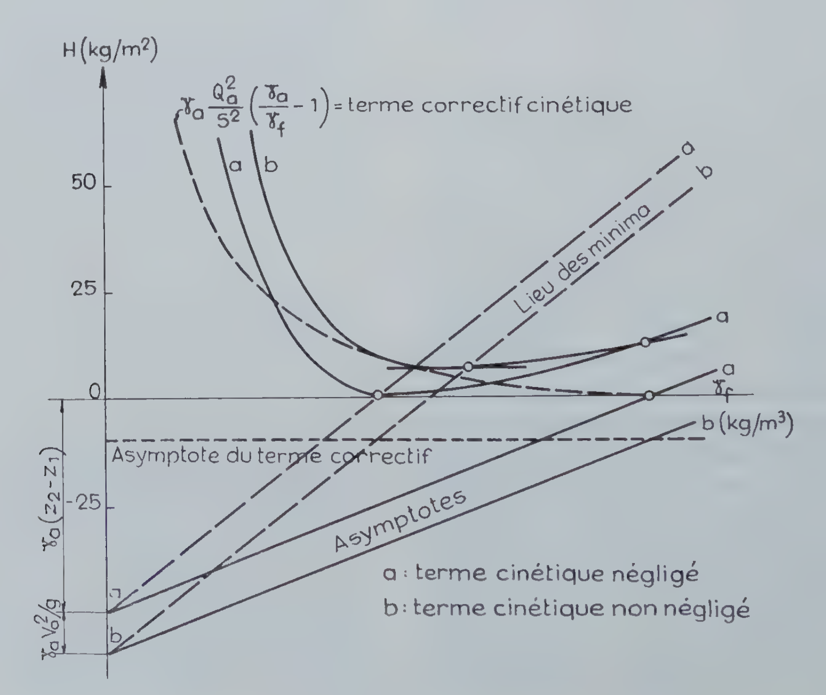


Fig. 8.

du terme cinétique, tout en ayant une asymptote située plus bas.

La figure 8 illustre clairement ces considérations. On pourrait reprendre ici tous les développements du paragraphe 21 relatifs à l'influence d'une variation de la résistance R_o sur la courbe $H = F(\gamma_f)$, et sur la position de son minimum. Aucune conclusion n'est modifiée, mais les expressions analytiques sont plus compliquées. En particulier l'équation du lieu des minima est maintenant :

$$H_{min} = -\gamma_a (z_2 - z_1) - \frac{Q_o^2 \gamma_o^2}{\gamma_a g S^2} + 2 (\gamma_f)_{min} (z_2 - z_1),$$

c'est l'équation d'une droite coupant l'axe des abscisses au point :

$$\gamma_f = 0{,}5 \; \gamma_a \left(1 + \frac{Q_o^2 \gamma_o^2}{\gamma_a (z_2 - z_1) g S^2}\right)$$

ou, en prennat l'état *a* comme état de référence :

$$\gamma_f = 0{,}5 \; \gamma_a \left(1 + \frac{Q_a^2/g S^2}{z_2 - z_1}\right).$$

On vérifie aisément que le terme correctif est toujours petit : la vitesse $V_a = Q_a/S$ ne dépasse normalement pas 2 à 3 m/s et le terme $Q_a^2/g S^2$ est de l'ordre de 0,5 à 1 m/s, tandis que $z_2 - z_1$ est de l'ordre de 20 à 50 m/s.

26. Hypothèses.

— Energie cinétique négligée;

— Débit massique constant dans la branche en feu;

— Pas de voie horizontale dans la branche en feu, l'incendie prenant naissance au niveau inférieur (fig. 2).

Par rapport au cas 21, la différence consiste à tenir compte de la variation de γ_f tout le long du parcours des fumées.

Thèses.

Il existe toujours une température et un poids spécifique des fumées rendant maximum la perturbation due à l'incendie, mais leurs valeurs exactes ne peuvent être prédites exactement car elles dépendent de la loi suivant laquelle γ_f varie le long du parcours des fumées.

Démonstration.

On a pour la branche A (équation 3 du par. 1) :

$$p_1 - p_2 = \int_1^2 \gamma_f \, dz + r_o Q_o^2 \int_1^2 (\gamma_o/\gamma_f) \, dL$$

et pour la branche B :

$$p_1 - p_2 = \int_1^2 \gamma_a \, dz + r_o' Q_o'^2 \int_1^2 (\gamma_o/\gamma_a) \, dL$$

En éliminant $p_1 - p_2$ entre ces relations, on obtient pour expression de la perte de charge entre les nœuds 1 et 2 :

$$H = r_o' Q_o'^2 \int_1^2 (\gamma_o/\gamma_a) \, dL$$

$$= -\int_1^2 (\gamma_a - \gamma_f) \, dz + r_o Q_o^2 \int_1^2 (\gamma_o/\gamma_f) \, dL$$

$$= -\int_1^2 (\gamma_o - \gamma_f) \, p \, dL + r_o Q_o^2 \int_1^2 (\gamma_o/\gamma_f) \, dL$$

en désignant par r la résistance métrique de la galerie (Kmurgues/m) et par $p = dz/dL$ sa pente.

En l'absence d'incendie

$$\gamma_f = \gamma_o \text{ et } H = r_o Q_o^2 \int_1^2 (\gamma_o/\gamma_f) \, dL$$

En comparant les deux expressions de H, on constate que la perturbation due à l'incendie se manifeste formellement par l'apparition des termes supplémentaires :

$$-\int_1^2 (\gamma_o - \gamma_f) \, p \, dL + r_o Q_o^2 \int_1^2 \left(\frac{\gamma_o}{\gamma_f} - \frac{\gamma_o}{\gamma_a}\right) dL$$

ou bien, si on prend l'état *a* comme référence :

$$-\int_1^2 (\gamma_a - \gamma_f) \, p \, dL + r_a Q_a^2 \int_1^2 \left(\frac{\gamma_a}{\gamma_f} - 1\right) dL \quad (21)$$

Dans cette relation, γ_f varie en fonction de L suivant une loi inconnue, mais que l'on peut écrire sous la forme :

$$\frac{\gamma_a - \gamma_f}{\gamma_a - \gamma_f)_{max}} = f(L) < 1$$

Posons $(\gamma_o - \gamma_f)_{max} = x$, variable mesurant l'intensité du foyer; l'expression (21) s'écrit alors :

$$F(x) = -\int_1^2 x \, f(L) \, p \, dL + r_a Q_a^2 \int_1^2 \frac{x \, f(L)}{\gamma_a - x \, f(L)} \, dL$$

L'expression générale de cette fonction permet de présumer qu'elle présente un minimum, le premier terme étant strictement linéaire, et le second étant une somme de fonctions hyperboliques.

La position du minimum en question est déterminée par la condition :

$$F'(x) = 0$$

$$\int_1^2 f(L) \, p \, dL = r_a Q_a^2 \int_1^2 \frac{\gamma_a \, f(L)}{[\gamma_a - x \, f(L)]^2}$$

La solution de cette équation ne peut être trouvée explicitement que si on précise la fonction $f(L)$.

Nous ne nous étendrons pas sur cette solution qui ne peut conduire à des expressions simples de l'effet aéromoteur de l'incendie.

Remarque.

On peut ramener l'expression (21) à une forme comparable à celles trouvées dans les paragraphes précédents en faisant usage du théorème de la moyenne et en écrivant au lieu de (21) :

$$-(\gamma_a - \overline{\gamma_f})\, pL + r_a Q_a^2 \left(\frac{\gamma_a}{\overline{\overline{\gamma_f}}} - 1\right) L$$

Dans cette expression, $\overline{\gamma_f}$ et $\overline{\overline{\gamma_f}}$ représentent chacun une certaine moyenne de γ_f prise sur l'intervalle 1,2. Si ces deux moyennes étaient confondues, on serait ramené aux formules du paragraphe 21, γ_f étant remplacé par les moyennes $\overline{\gamma_f} = \overline{\overline{\gamma_f}}$. En réalité, il existe une légère différence entre elles, sans qu'on puisse dire *a priori* dans quel sens. A cette réserve près, on peut considérer les conclusions des paragraphes précédents comme restant valables, *pour autant qu'on y considère γ_f comme le poids spécifique « moyen »* des fumées entre les points 1 et 2.

3. Condition d'inversion dans une branche C parallèle à une branche A en feu, lorsqu'une branche B parallèle plus proche est déjà en inversion.

Remarque préliminaire.

On pourrait reprendre dans ce chapitre la succession des hypothèses qui ont été envisagées sous 21, 25. Ces paragraphes montrent toutefois que les hyptohèses les plus simples (par. 21) conduisent à des résultats suffisamment exacts pour la pratique, leur approximation étant d'ailleurs dans le sens de la sécurité. Il nous a dès lors paru suffisant de nous en tenir à ces seules hypothèses.

D'ailleurs, la complication des calculs croît avec le nombre de branches auxquelles on s'intéresse; c'est pourquoi il est opportun de simplifier au maximum.

Il n'est plus possible de résoudre analytiquement le problème général de la variation de H aux bornes de la branche C (fig. 9) en fonction de γ_f; nous nous limiterons à rechercher la condition de neutralité (H > 0) de cette branche.

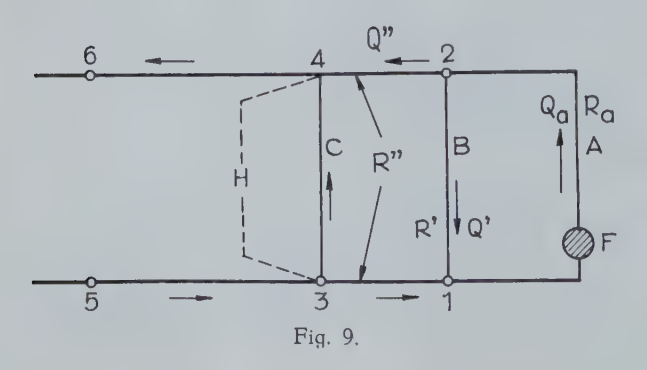


Fig. 9.

Hypothèses.

— Schéma de la figure 9 impliquant l'absence de parcours horizontal pour les fumées chaudes;
— Energie cinétique négligée;
— Débit massique constant *le long* de la branche en feu, mais distinct du débit existant en l'absence d'incendie;
— Poids spécifique γ_a constant dans tout le réseau, sauf dans la branche A où il vaut $\gamma_f < \gamma_a$.

Thèses.

1. Il existe un poids spécifique γ_f et une température T_f des fumées pour lesquels le risque d'inversion dans la branche C est maximum.

2. Le poids spécifique « critique », c'est-à-dire pour lequel le risque d'inversion apparaît pour la première fois lorsqu'on réduit progressivement le débit total du quartier (A, B, C) est inférieur à 0,5 γ_a; en général, il s'écarte peu de cette valeur. Semblablement, la température critique des fumées est supérieure à 2 T_f, mais ne s'en écarte généralement guère.

3. Le risque d'inversion dans la branche C dépend également de la résistance des branches voisines comprises entre C et la branche en feu. Le risque d'inversion décroît lorsque augmentent les pertes de charge de la branche A en feu et des branches 1, 3 et 2, 4, disposées en série avec celle-ci; par contre, le risque d'inversion est réduit lorsque la résistance de la branche B en inversion diminue.

Démonstration.

Ecrivons l'équation (3') du paragraphe 13 pour chacun des trois chemins reliant les nœuds 1 et 2. Nous obtenons, compte tenu des sens d'écoulement indiqués à la figure 9 :

chemin A :

$$p_1 - p_2 = \gamma_f (z_2 - z_1) + R_a Q_a^2 (\gamma_a/\gamma_f) \quad (22)$$

chemin B :

$$p_1 - p_2 = \gamma_a (z_2 - z_1) - R' Q'^2 \quad (23)$$

chemin 2, 4, C, 3, 1 :

$$p_1 - p_3 = -R_1'' Q''^2$$

$$p_3 - p_4 = \gamma_a (z_2 - z_1) + H$$

$$p_4 - p_2 = -R_2'' Q''^2$$

d'où $p_1 - p_2 = \gamma_a (z_2 - z_1) - R'' Q''^2 + H$ (24)

Dans la première formule, l'indice *a* rappelle que la résistance R et le débit Q sont calculés pour de l'air dans les conditions de référence *a*, ce qui justifie le facteur correctif γ_a/γ_f.

Pour les autres branches, où l'état réel de l'air se confond pratiquement avec l'état de référence, l'indice a été omis.

En éliminant $p_1 - p_2$ entre (22) et (24), on obtient pour H l'expression :

$$H = R'' Q''^2 + R_a Q_a^2 (\gamma_a/\gamma_f) - (\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1) \quad (25)$$

Cette relation ne précise pas complètement la loi de variation de H en fonction de γ_f, car les débits Q'' et Q_a sont eux-mêmes fonction de la dépression thermique (donc de γ_f), ainsi que des conditions imposées par le reste du réseau. Il est toutefois aisé d'éliminer le débit Q_a. En effet, on a évidemment :

$$Q_a = Q' + Q'' \quad \text{(cfr. fig. 9)}$$

d'où
$$H = R'' Q''^2 + R_a (Q' + Q'')^2 (\gamma_a/\gamma_f) - (\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1)$$
$$= Q''^2 [R'' + R_a (1 + \frac{Q_1}{Q''})^2 (\gamma_a/\gamma_f)] - (\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1).$$

D'autre part, en combinant (23) et (24) de $p_1 - p_2$, on trouve :

$$H - R'' Q''^2 = - R' Q'^2$$

d'où $$\frac{Q'^2}{Q''^2} = \frac{R''}{R'} (1 - \frac{H}{R'' Q''^2})$$ et par suite

$$H = Q''^2 \{R'' + R_a [1 + \sqrt{\frac{R''}{R'} (1 - \frac{H}{R'' Q''^2})}]^2 (\frac{\gamma_a}{\gamma_f})\} - (\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1) \quad (26)$$

On pourrait encore expliciter Q'' en fonction de H et du débit Q_a échangé entre la partie « extérieure » du réseau et le sous-réseau que nous étudions, mais cela complique la formulation sans avantage réel, car on peut utiliser directement Q'' comme paramètre caractérisant l'influence de la partie « extérieure » du réseau.

En vue de démontrer la thèse, il y a lieu d'examiner le comportement de la fonction $H = f(\gamma_f)$, que la relation (26) décrit implicitement (à cause de la présence de H sous le radical). Si on pouvait négliger ce radical, on retrouverait la relation de type hyperbolique rencontrée aux paragraphes précédents, et qui présente manifestement un minimum pour $0 < \gamma_f < \gamma_a$. Il y a donc de fortes présomptions pour que la fonction $H = f(\gamma_f)$ possède également un minimum.

Recherchons la dérivée $dH/d\gamma_f$ en tenant compte de ce que H est fonction implicite de γ_f par l'intermédiaire du radical. Nous obtenons :

$$+ Q''^2 R_a (\frac{\gamma_a}{\gamma_f}) \frac{\delta [1 + \sqrt{\frac{R''}{R'} (1 - \frac{H}{R'' Q''^2})}]^2}{\delta H} \times \frac{dH}{d\gamma_f}. \quad (27)$$

Cette fonction n'étant toujours pas explicite, à cause de la présence de H sous le radical, ne peut être résolue par rapport à γ_f, et on ne peut dès lors garantir l'existence de racines réelles, ni par conséquent d'extrémum pour H. Toutefois, en admettant qu'un tel extrémum existe, il se déplace suivant une certaine ligne dans le plan H, γ_f, lorsque l'on fait varier le paramètre Q''. L'équation de ce lieu, s'il existe, s'obtient en éliminant Q''^2 entre (26) et (27). Cette élimination n'est à nouveau pas possible à cause de la présence de Q''^2 sous le radical, à la fois dans (26) et dans (27).

La résolution du problème en toute généralité ne paraît donc pas possible. Toutefois, nous ne sommes pas intéressés au comportement de la branche C loin de l'inversion, et nous pouvons nous limiter à l'examen de la fonction $H = f(\gamma_f)$ et de sa dérivée.

$$\frac{H}{z_2 - z_1}$$

$$= \frac{Q''^2}{z_2 - z_1} \{R'' + (R_{ta} - R'') \frac{\gamma_a}{\gamma_f}\} - (\gamma_a - \gamma_f)$$
$$= \frac{Q''^2}{z_2 - z_1} \{k R_{ta} + (R_{ta} - k R_{ta}) \frac{\gamma_a}{\gamma_f}\} - (\gamma_a - \gamma_f)$$
$$= k \frac{Q''^2 R_{ta}}{z_2 - z_1} + \frac{Q''^2 R_{ta}}{z_2 - z_1} (1 - k) \frac{\gamma_a}{\gamma_f} - (\gamma_a - \gamma_f)$$
$$= ky + y (1 - k) \frac{\gamma_a}{\gamma_f} - (\gamma_a - \gamma_f) \quad (28')$$

On remarquera que cette relation est identique à celle (8') du paragraphe 22, x étant pris égal à 1. Elle est représentée dans le diagramme H, γ_f par une hyperbole qui possède dans l'intervalle $0 < \gamma_f < \gamma_a$ un minimum. Selon les valeurs des paramètres k et y, ce minimum peut se trouver sur l'axe horizontal au-dessus ou en dessous; autrement dit, la courbe peut être tangente à l'axe horizontal, la couper en deux points ou ne pas la couper du tout. Il importe de noter que l'hyperbole d'équation (28) sera sécante ou tangente à l'axe $H = 0$ *aux mêmes points* que la courbe d'équation (26), puisque pour $H = 0$ les seconds membres de (26) et de (28) sont identiques. L'étude de la position des points d'intersection éventuels de l'hyperbole d'équation (28) avec l'axe horizontal donne une appréciation *exacte* du risque d'inversion dans la branche C.

Ces points d'intersection éventuels ont pour abscisses les racines de l'équation :

$$ky + (1 - k) y (\gamma_a/\gamma_f) - (\gamma_a - \gamma_f) = 0$$

ou $$\gamma_f^2 + (ky - \gamma_a) \gamma_f + (1 - k) y \gamma_a = 0 \quad (29)$$

L'existence et le nombre de ces racines sont fonction du signe du discriminant D :

$$D = (ky - \gamma_a)^2 - 4(1 - k)\, y\, \gamma_a$$
$$= k^2 y^2 - 2(2 - k)\, \gamma_a y + \gamma_a^2 . \qquad (30)$$

Celui-ci s'annule pour :

$$y = \frac{R_{ta} Q''^2}{z_2 - z_1} = \gamma_a \frac{2 - k - 2\sqrt{1 - k}}{k^2} . \qquad (31)$$

Nota : Le signe + devant le radical donne une solution physiquement inacceptable, la valeur correspondante de γ_f étant négative.

Pour toute valeur de y ou de Q''^2 *supérieure* à celle (31), le discriminant D est négatif et l'équation (29) n'a pas de racines réelles; ni l'hyperbole d'équation (28), ni la courbe d'équation (26) ne coupent l'axe horizontal; la branche C n'est jamais neutre ni en inversion. La comparaison des équations (26) et (28) permet en outre d'affirmer que la courbe exacte est située sous l'hyperbole (26) mais au-dessus de son asymptote oblique $H = -(\gamma_a - \gamma_f)(z_2 - z_1)$.

Ceci ne donne qu'une présomption de l'existence d'un minimum pour la fonction $H = F(\gamma_f)$.

Pour toute valeur de y ou de Q''^2 *inférieure* à celle (31), le discriminant D est positif et l'équation (29) possède deux racines réelles et distinctes :

$$\gamma_f = 0{,}5\,(\gamma_a - ky \pm \sqrt{(ky - \gamma_a)^2 - 4(1 - k)\, y\, \gamma_a} \qquad (32)$$

L'inversion de l'aérage dans C se produira pour les valeurs de γ_f comprises entre ces deux racines, car dans ce domaine on a $H < 0$, aussi bien pour l'hyperbole (28) que pour la courbe exacte d'équation (26). On remarquera que les valeurs de γ_f en question sont déportées vers la gauche et correspondent à des *températures plus élevées* que celles trouvées pour l'inversion dans B, ces dernières étant centrées sur $0{,}5\ \gamma_a$. En outre, dans le domaine considéré, l'hyperbole présente un minimum; d'autre part, la comparaison des équations (26) et (28) prouve que la courbe réelle se trouve entre l'hyperbole et l'axe horizontal; elle présente donc nécessairement aussi un minimum.

La valeur (31) de y ou de Q''^2 sépare le domaine où une inversion en C est impossible et celui où l'inversion se produit dans une certaine plage de température. La valeur correspondante de γ_f est celle que nous avions appelée antérieurement « poids spécifique critique des fumées ». Elle a pour expression, d'après (32) :

$$\gamma_f = 0{,}5\,(\gamma_a - ky)$$

ou, en tenant compte de (31),

$$\gamma_f = \gamma_a \frac{\sqrt{1 - k} - (1 - k)}{k}$$

Nota : Cette formule est identique à (12) que l'on a trouvée au par. 22 en résolvant le système $H = 0$, $dH / d\gamma_f = 0$; la signification de k est pourtant différente.

Les considérations précédentes démontrent le point 1 de la thèse.

Le point 2 a été démontré au par. 22 où nous avons discuté la signification de la formule (12). Rappelons que si k est faible, c'est-à-dire si la résistance R'' est petite par rapport à R ou R', on peut développer (12) en série, ce qui donne :

$$\gamma_f = \gamma_a \left[\frac{1}{2} - \frac{k}{8} - \frac{k^2}{16} - \frac{5\,k^3}{128} \ldots\right]; \qquad (33)$$

pour $k < 0{,}3 \ldots 0{,}4$, on a sans grande erreur :

$$\gamma_f \cong 0{,}5\ \gamma_a \left(1 - \frac{k}{4}\right)$$
$$= 0{,}45 - 0{,}5\ \gamma_a ,$$

ce qui démontre le point 2 de la thèse.

Nous avons vu que le risque d'inversion était fonction non seulement de γ_f, mais encore du paramètre y, dont l'expression détaillée est :

$$y = \frac{R_{ta} Q''^2}{z_2 - z_1} = \frac{[R'' + R_a (1 + \sqrt{\frac{R''}{R'}})^2]\ Q''^2}{z_2 - z_1}$$

On voit donc que le risque d'inversion décroît lorsque R'' et R_a ainsi que Q'' augmentent et lorsque R' diminue, ce qui constitue le dernier point de la thèse.

Remarque : On peut aussi développer en série l'expression (31); on trouve, tous calculs faits, pour valeur critique du paramètre :

$$y = \frac{\gamma_a}{4} \left(1 + \frac{k}{2} + \frac{5\,k^2}{16} + \ldots\right).$$

Cette expression sera utilisée au paragraphe 42.

4. Méthode rapide d'évaluation du risque d'inversion.

Dans les paragraphes précédents, nous avons prouvé que la perturbation de l'aérage par un incendie ne croissait pas indéfiniment avec l'élévation de température des fumées mais passait par un maximum du fait de l'action antagoniste des variations de poids spécifique, d'une part sur la force aéromotrice du feu, d'autre part sur la résistance à l'écoulement.

Nous avons vu également que suivant les circonstances, certaines branches voisines du feu pouvaient voir leur débit s'inverser ou simplement diminuer, sans atteindre l'inversion. Il est évidemment intéressant de connaître d'avance les branches où le risque d'inversion est inexistant. Dans ce but, nous avons établi, à

partir des calculs précédents, une méthode simple permettant de repérer ces branches sans devoir connaître, ni l'emplacement exact de l'incendie, ni la température des fumées.

41. Risque d'inversion dans une branche parallèle à la branche en feu.

Première approximation.

Une première approximation est basée sur les formules établies au paragraphe 21, notamment la formule (6) :

$$\gamma_{f\ min} = \gamma_o \sqrt{\frac{R_o\,Q_o^2}{\gamma_o\,(z_2 - z_1)}} \text{ ou bien } \gamma_a \sqrt{\frac{R_a\,Q_a^2}{\gamma_a\,(z_2 - z_1)}}$$

en prenant l'état *a* comme état de référence. Si on remplace le poids spécifique γ_f par sa valeur critique 0,5 γ_a, on en déduit :

$$\sqrt{\frac{R_a\,Q_a^2}{\gamma_a\,(z_2 - z_1)}} = 0{,}5$$

ou bien $R_a\,Q_a^2 = \frac{1}{4}\,\gamma_a\,(z_2 - z_1)$

ou encore, en adoptant pour γ_a la valeur 1,33 kg/m³, qui est un ordre de grandeur moyen :

$$R_a\,Q_a^2 = \frac{1}{3}\,(z_2 - z_1)\,.$$

Le risque d'inversion dans une branche B parallèle à une branche A en feu n'apparaîtra pas aussi longtemps que l'on a :

$$R_a\,Q_a^2 > \frac{1}{3}\,(z_2 - z_1)\,.$$

Pour l'application pratique de cette formule, remarquons que :

— A moins d'une évidence contraire (cas de la fig. 7), on prend pour $z_2 - z_1$ la dénivellation totale existant entre les extrémités de la branche, puisque l'effet perturbateur du feu est maximum quand il prend naissance au point le plus bas.

— En principe, le débit Q_a est celui existant dans A au moment de la neutralité dans B. On ignore cette valeur mais on sait qu'elle est supérieure au débit normal Q_n dans la branche A. On a donc :

$$R_a\,Q_a^2 > R_a\,Q_n^2 > \frac{1}{3}\,(z_2 - z_1)\,.$$

Par conséquent, *il suffit que* la perte de charge dans une branche A, exprimée en mm H_2O et déterminée dans les conditions normales, soit supérieure au tiers de la dénivellation en mètres entre ces extrémités, pour que le risque d'inversion dans une branche parallèle B soit inexistant.

Deuxième approximation (correspond aux hypothèses 23).

L'application de cette règle conduit à classer comme susceptibles d'inversion des branches qui ne le sont pas réellement.

Dans un deuxième examen, il est possible de réduire ces erreurs de classement en appliquant une règle plus proche de la condition théorique, mais plus compliquée.

Soient en effet Q_n et Q_n' les débits normaux des branches A et B disposées en parallèle. Les branches en série avec A et B sont évidemment parcourues par le débit $Q_n + Q_n'$. Si on considère dans la branche A une force aéromotrice concordante, celle-ci fait croître le débit, non seulement dans celle-ci, mais aussi dans les branches disposées en série, dont le débit devient supérieur à $Q_n + Q_n'$. En particulier, au moment de la neutralité dans B, le débit $Q_n + Q_n'$ devient $Q_a + 0$, nécessairement plus grand, et l'on a :

$$R_a\,Q_a^2 > R_a\,(Q_n + Q_n')^2 > \frac{1}{3}\,(z_2 - z_1)\,.$$

D'où la règle pratique suivante :

Le risque d'inversion dans B sera inexistant si la perte de charge de la branche A, parallèle à B, calculée pour le débit total de A et de B et exprimée en mm H_2O, est supérieure au tiers de la dénivellation en mètres entre les points de jonction de A et de B.

Cette règle s'étend au cas où plusieurs circuits sont en parallèle entre deux points 1 et 2. Si un incendie survient dans l'une quelconque des branches, les autres deviennent neutres simultanément; dès lors le débit dans les branches en feu est supérieur à la somme des débits normaux de toutes les branches en parallèle entre les points 1 et 2. Par conséquent, le risque d'inversion dans une branche quelconque parmi *n* branches disposées en parallèle sera inexistant si la perte de charge dans cette branche, calculée pour le débit total des *n* branches et exprimée en mm H_2O, est supérieure au tiers de la dénivellation (en m) entre les deux nœuds communs.

Remarque : Comme nous l'avons déjà signalé (paragraphe 23, remarque 1), l'application de la première approximation au cas de plusieurs branches en parallèle conduit à surestimer sérieusement le risque d'inversion.

Troisième approximation (correspond aux hypothèses 22).

Les approximations précédentes supposent, d'une part, que l'effet aéromoteur des fumées s'exerce sur la dénivellation totale de la branche en feu, d'autre part, que l'expansion thermique provoque une majoration de résistance sur toute la longueur de la branche. Ces hypothèses sont rarement valables ensemble; par exemple, dans une taille, l'effet de cheminée sera maximum si l'incendie naît au pied de taille, mais alors la résistance n'est majorée par la présence des fumées qu'en taille et dans le retour d'air, et pas dans la voie d'entrée.

En exagérant l'effet de freinage dû à l'expansion thermique, on *sous-estime* le risque d'inversion. Cette erreur peut être corrigée par une nouvelle approximation basée sur les résultats de paragraphe 22. Admettons

pour poids spécifique critique la valeur approchée déduite du développement en série :

$$\gamma_f = 0{,}5\ \gamma_a\ (1 - \frac{k}{4}) \quad \text{pour } 0 < k < 0{,}3$$

k désignant le rapport de la résistance en amont du foyer à la résistance totale. Introduisons cette valeur dans la relation (10") en admettant (voir fig. 5) : $z_F = z_1$ donc $x = 1$; choisissant l'indice a comme condition de référence, nous obtenons en résolvant par rapport à y et en négligeant les termes en k^2 :

$$y = \frac{R_{ta}\, Q_a^2}{z_2 - z_1} = \frac{\gamma_f^2}{(1 - k)\ \gamma_a} \cong \frac{0{,}25\ \gamma_a\ (1 - k/2)}{1 - k}$$

$$= \frac{\gamma_a}{4\ (1 - k/2)}$$

on en déduit :

$$R_{ta}\, Q_a^2\ (1 - k/2) = \tfrac{1}{4}\ \gamma_a\ (z_2 - z_1) \cong \tfrac{1}{3}\ (z_2 - z_1)$$

ou encore, puisque $R_{ta} = R_a + R_a'$ et

$$k = \frac{R_a}{(R_a + R'_a)}$$

$$R_a'\, Q_a^2 + \tfrac{1}{2}\ R_a\, Q_a^2 = \tfrac{1}{3}\ (z_2 - z_1)\ .$$

D'où la règle pratique suivante :

Le risque d'inversion dans une branche quelconque lors d'un incendie surgissant dans une branche parallèle sera nul si la perte de charge de la partie située sur le parcours des fumées, augmentée de la moitié de la perte de charge de la partie située en amont du foyer, est supérieure au tiers de la dénivellation (en m) entre les deux nœuds communs. Les pertes de charge s'expriment en mm H_2O et sont calculées pour le débit total des branches en parallèle entre les deux nœuds considérés.

Remarque : Afin d'apprécier le degré d'approximation des différentes formules, envisageons un cas particulier. Admettons que les branches A et B soient deux tailles ventilées par des débits d'air égaux, soit Q_n, et qu'un incendie prenne naissance au pied de l'une des tailles. Supposons encore que la résistance de la voie d'entrée représente $\frac{1}{3}$ de la résistence du circuit de la taille, soit R_t.

La première approximation donne :

$$R_t\, Q_n^2 > \tfrac{1}{3}\ (z_2 - z_1)\ .$$

La seconde :

$$R_t\ (Q_n + Q_n)^2 > \tfrac{1}{3}\ (z_2 - z_1)$$

ou

$$R_t\ Q_n^2 > \frac{1}{12}\ (z_2 - z_1)$$

Et la troisième :

$$\tfrac{2}{3}\ R_t \cdot 4\, Q_n^2 + \tfrac{1}{2} \cdot \tfrac{1}{3}\ R_t \cdot 4\, Q_n^2 > \tfrac{1}{3}\ (z_2 - z_1)$$

ou

$$R_t\, Q_n^2 > \frac{1}{10}\ (z_2 - z_1)$$

On constate ainsi la grande divergence entre la première et la deuxième approximation, tandis que celle-ci ne diffère guère de la troisième. On en conclura que chaque fois que les débits qui traversent normalement des branches situées en parallèle avec une branche A donnée sont importants, ces débits ne risquent pratiquement pas de s'inverser lors d'un incendie dans A ; par conséquent, l'emploi de la première approximation dans ces cas-là est à déconseiller.

42. Risque d'inversion dans une deuxième branche latérale d'un réseau ramifié, quand une première branche est déjà inversée.

Le cas peut être traité très rapidement, car nous avons déjà noté l'identité des formules établies en 22 et en 3 en ce qui concerne le poids spécifique critique γ_f et la valeur critique du paramètre y.

Nous nous basons sur l'expression approchée :

$$y = \frac{\gamma_a}{4\ (1 - k/2)} \qquad \text{(cf. fig. 5)}$$

ce qui donne en explicitant y :

$$\frac{[R'' + R_a\ (1 + \sqrt{\frac{R''}{R'}})^2]\ Q''^2}{z_2 - z_1} \cong \frac{\gamma_a}{4} \cdot \frac{1}{1 - k/2}$$

On en déduit, puisque

$$k = \frac{R''}{[R'' + R_a\ (1 + \sqrt{\frac{R''}{R'}})^2]} :$$

$$\tfrac{1}{2}\ R''\ Q''^2 + R_a\ (1 + \sqrt{\frac{R''}{R'}})^2\ Q''^2 = \tfrac{1}{4}\ \gamma_a\ (z_2 - z_1)$$

$$\cong \tfrac{1}{3}\ (z_2 - z_1)$$

Au moment de la neutralité, la parenthèse représente le rapport Q_a/Q^H, ce qui permet d'écrire la relation précédente sous la forme :

$$\tfrac{1}{2}\ R''\ Q''^2 + R_a\, Q_a^2 = \tfrac{1}{3}\ (z_2 - z_1)\ .$$

Les débits Q_a et Q" (cfr. fig. 9) se rapportent aux conditions qui donnent la neutralité dans la branche C et ne sont donc pas connus.

En première approximation, on prendra pour Q" et Q_a les débits initiaux ; toutefois, on sous-estime ainsi sérieusement le premier membre de la formule et on surestime nettement le risque d'inversion. Une approximation meilleure consiste à remplacer Q" et Q_a par la somme des débits normaux dans les branches A, B et C. En effet, comme on l'a déjà fait remarquer au paragraphe 41, lorsque l'on fait croître progressivement la force aéromotrice concordante insérée dans la branche A, le débit s'accroît non seulement dans A, mais dans les branches disposées en série. Par conséquent,

au moment de la neutralité en C, on a dans les bouveaux (3, 5) et (4, 6) un débit :

$$Q_{tot} > Q_{A,n} + Q_{B,n} + Q_{C,n}$$

l'indice *n* rappelant qu'il s'agit des débits en l'absence d'incendie; dans les bouveaux (1, 3) et (2, 4), on a évidemment aussi Q_{tot}; dans la branche A, vu l'inversion dans B, on a encore davantage. On peut donc écrire que l'inversion ne se produira pas en C si l'on a :

$$(\tfrac{1}{2} R'' + R_a)(Q_{A,n} + Q_{B,n} + Q_{C,n})^2 > \tfrac{1}{3}(z_2 - z_1)$$

D'où la règle pratique suivante :

Etant donné le rèseau ramifié de la figure 9, avec un incendie en A et la branche B en inversion, le risque d'inversion sera nul dans C pour autant que la perte de charge totale de la boucle 3, 1, A, 2, 4 joignant les extrémités de C en passant par le foyer, calculée pour le débit normal total $Q_A + Q_B + Q_C$ et exprimée en mm H_2O, soit supérieure au tiers de la dénivellation en mètres entre les extrémités de la branche en feu. Toutefois, une réduction de 50 % sera appliquée aux pertes de charge des parties de la boucle dont le poids spécifique n'est pas modifié, notamment (3, 1), (1, F) et (2, 4).

ANNEXE IV

TYPES DIVERS DE REPRESENTATIONS SCHEMATIQUES DU RESEAU D'AERAGE D'UNE MINE

Les cinq plans des quatre pages suivantes se rapportent à la même mine.

Le plan n° 1 est la projection horizontale classique.

Le plan n° 2 est une perspective isométrique.

Le plan n° 3 est un schéma du type électrique, faisant abstraction des longueurs réelles des voies et chantiers mais mettant en évidence leur disposition en série ou en parallèle.

Le plan n° 4 est un schéma canonique issu du plan classique n° 1 : il est établi de façon telle que tous les courants d'air soient dirigés du bas vers le haut

Le plan n° 5 est un schéma canonique issu du plan n° 3, type électrique : il supprime les chevauchements pour les circuits priscipaux et met en lumière la structure maillée du réseau.

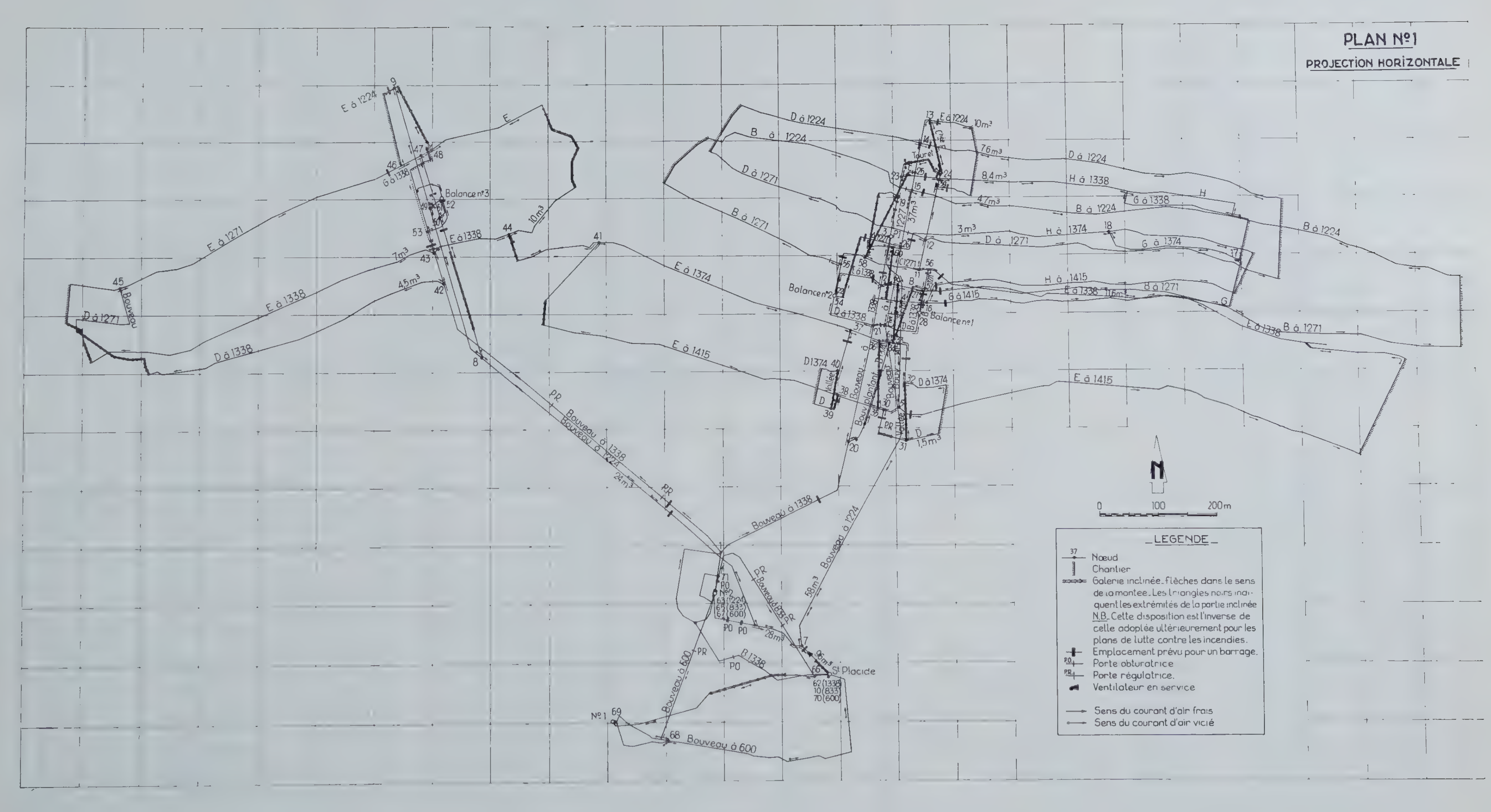

PLAN N°1
PROJECTION HORIZONTALE
LEGENDE
Nœud
Chantier
Galerie inclinée, flèches dans le sens de la montée. Les triangles noirs indiquent les extrémités de la partie inclinée
N.B. Cette disposition est l'inverse de celle adoptée ultérieurement pour les plans de lutte contre les incendies.
Emplacement prévu pour un barrage.
Porte obturatrice
Porte régulatrice.
Ventilateur en service
Sens du courant d'air frais
Sens du courant d'air vicié
0
100
200m
D à 1224
B à 1224
D à 1271
B à 1271
E à 1374
E à 1415
H à 1338
G à 1338
H à 1374
G à 1374
H à 1415
G à 1415
E à 1224
E à 1271
E à 1338
D à 1338
D à 1374
Balancen°1
Balancen°2
Balancen°3
Touret
Bouveau
Bouveau à 1338
Bouveau à 1224
Bouveau à 600
St Placide
N°1
N°2

Fig. 1.

PLAN N° 2

PERSPECTIVE ISOMETRIQUE

— LEGENDE —

- 37 Noeud
- Fuite d'air frais
- Circuit de ventilation
- Canars
- Chantier
- Puits ou balance
- Galerie inclinée flèches dans le sens de la montée, les triangles noirs indiquent les extrémités de la partie inclinée.
  N.B. Cette disposition est l'inverse de celle adoptée ultérieurement pour les plans de lutte contre les incendies
- Emplacement prevu pour barrage
- po Porte obturatrice
- pr Porte régulatrice.
- Ventilateur en activité
- Sens du courant d'air frais
- Sens du courant d'air vicié

Zénith, N, E, W, S

0 100 200 m

Fig. 2.

PLAN N°3

SCHEMA D'AERAGE

REPRESENTATION PAR ANALOGIE ELECTRIQUE

ARRONDISSEMENT DU BORINAGE

LUTTE CONTRE LES INCENDIES

ETUDE D'UN PLAN TYPE DES CIRCUITS D'AERAGE

_ LEGENDE _

- Noeud
- Circuit principal
- Circuit secondaire
- Chantier
- Galerie inclinée _ flèches dans le sens de la montée _ Les triangles noirs indiquent les extrémités de la partie inclinée.
  NB _ Cette disposition est l'inverse de celle adoptée ultérieurement pour les plans de lutte contre les incendies.
- Puits intérieur
- Emplacement prévu pour barrage
- Porte obturatrice
- Porte régulatrice
- Ventilateur
- Sens du courant d'air frais
- Sens du courant d'air vicié

Fig. 3.

PLAN N°4

SCHEMA BUDRYK

1e VERSION

SCHEMA D'AERAGE

REPRESENTATION SUIVANT BUDRYK

1e VERSION

_ LEGENDE _

- Noeud
- Circuit utile (aérage de tailles actives ou de travaux préparatoires)
- Circuit secondaire
- Chantier
- Galerie inclinée. Flèches dans le sens de la montée. Les triangles noirs indiquent les extrémités de la partie inclinée.
- Puits intérieur
- Emplacement prévu pour barrage ou frein d'aérage
- Porte obturatrice
- Porte régulatrice
- Ventilateur

Le schéma d'aérage est établi pour que le sens des courants d'air soit dirigé du bas vers le haut

N.B _ Les barrages sont disposés suivant la notification du charbonnage, effectuée sur projection horizontale des travaux.

Le système Budryk montre que le choix des emplacements prévus pour les barrages est incomplet.

Fig. 4.

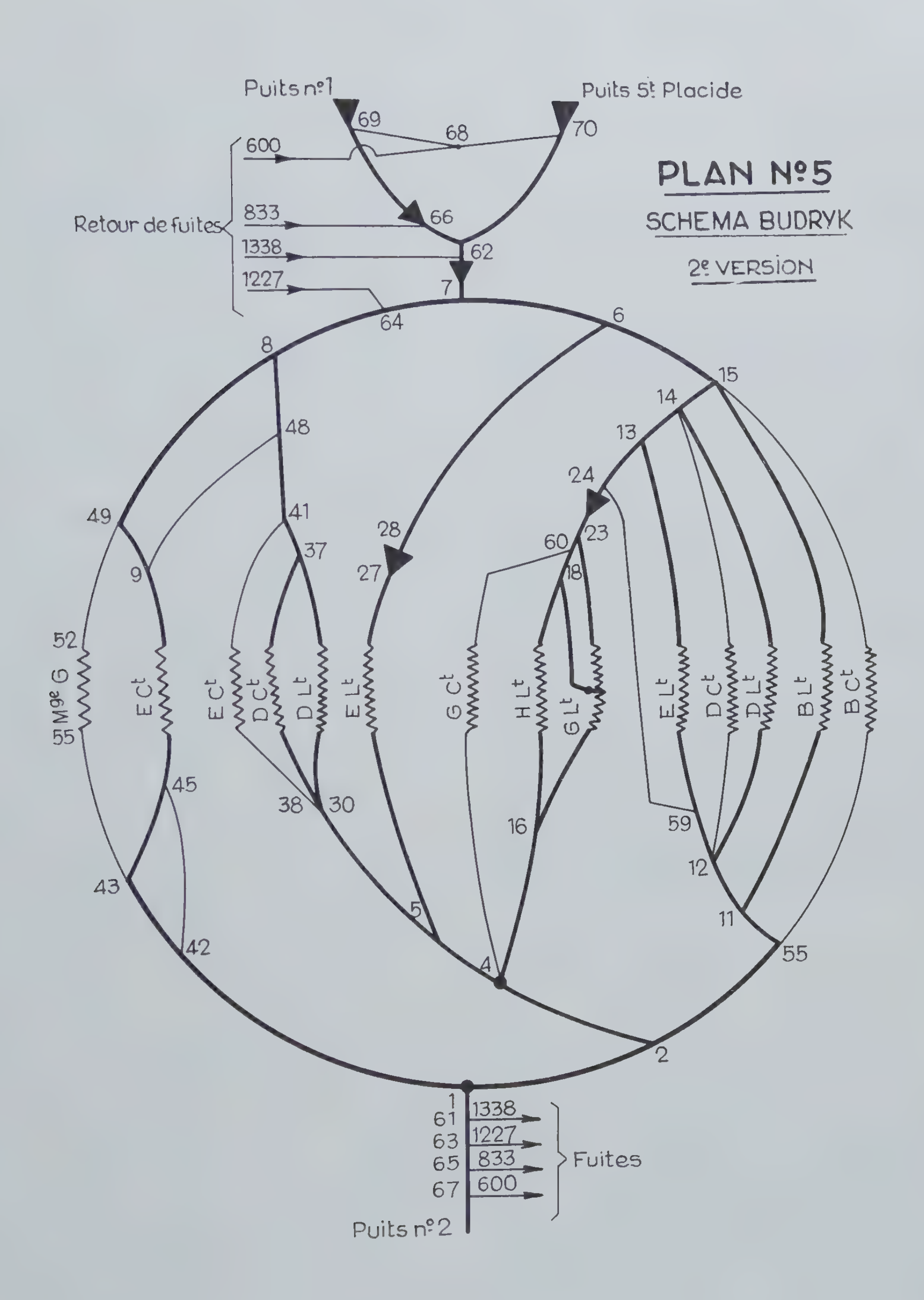

Puits n°1
Puits St Placide
PLAN N°5
SCHEMA BUDRYK
2e VERSION
Retour de fuites
600
833
1338
1227
Fuites
1338
1227
833
600
Puits n°2
Mge G
E Ct
E Ct
D Ct
D Lt
E Lt
G Ct
H Lt
G Lt
E Lt
D Ct
D Lt
B Lt
B Ct

Fig. 5.

ANNEXE V

METHODE PRATIQUE POUR L'ETABLISSEMENT D'UN SCHEMA CANONIQUE

L'établissement d'un « schéma canonique » peut, dans le cas de réseaux complexes, susciter des difficultés de dessin. Pour réduire ces difficultés, le procédé suivant est recommandé. Les voies d'aérage d'un réseau d'aérage et les nœuds par lesquels ces voies sont reliées entre elles sont repérés par des lettres et des numéros distincts.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		a														
2			b													x
3				c		k	t									
4					g			d								
5										hj						
6												lm				
7															u	
8									ef							
9														n		
10											p					
11													r	o		
12													q			
13															s	
14															w	
15																v
16	y															

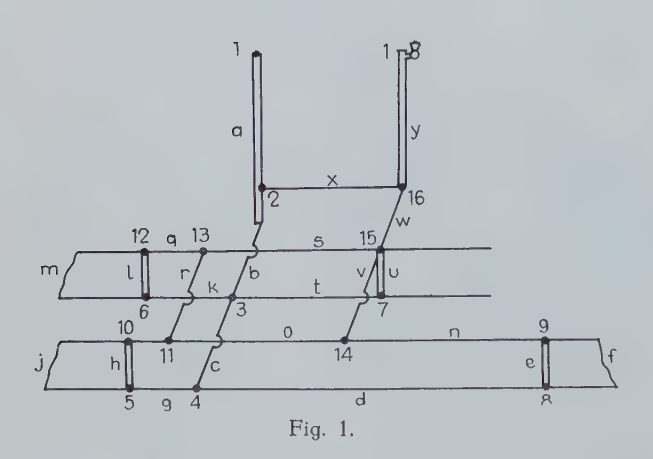


Fig. 1.

Ces repères sont ensuite reportées dans un tableau de façon que les lignes du tableau indiquent les points de départ, et les colonnes les points terminaux des voies d'aérage. Pour le réseau représenté à la figure 1, ce tableau se présenterait comme ci-contre.

On représente ensuite les voies d'aérage dans l'ordre de leurs nœuds. Dans le cas présent, on commencera par exemple par la voie d'aérage *a* qui figure à la première ligne et va du nœud 1 au nœud 2, on y raccorde les voies d'aérage figurant à la deuxième ligne, c'est-à-dire *b* qui va du nœud 2 au nœud 3(et *x* qui va du nœud 2 au nœud 16. En général, il sera nécessaire de refaire plusieurs fois le schéma ainsi obtenu pour arriver à une présentation adéquate telle que celle de la figure 2.

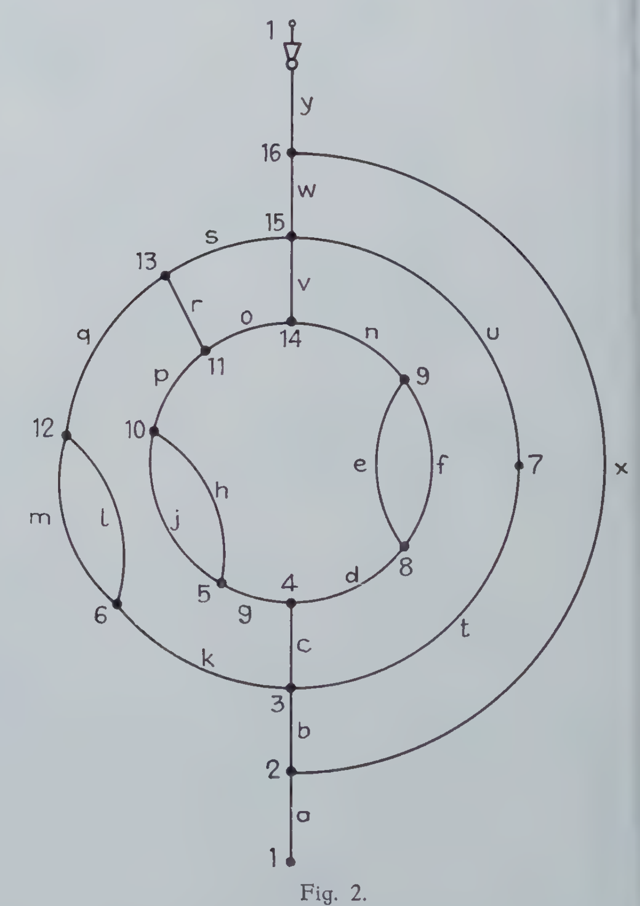


Fig. 2.

ANNEXE VI

EXEMPLE D'INSTABILITE DU PREMIER ORDRE

Mines de houille de Sarre et Moselle (1)

(Feu en veine B, banc inférieur)

Le 22 août 1929, à deux heures, on vit sortir des fumées d'une galerie remblayée en veine B banc inférieur; un feu devait s'être déclaré dans un petit stot de charbon très faillé qu'on avait dû laisser en F.

On entreprit le 22 après-midi, sur le cinquième travers-banc 451 qui était l'entrée d'air du feu, un barrage en béton B1, d'un mètre d'épaisseur, dans lequel on noya trois tuyaux de 94 millimètres et quatre tuyaux de 150 mm qui devaient servir à contrôler la montée du remblai hydraulique et maintenir une entrée d'air tant que les retours d'air ne seraient pas fermés; simultanément, on amena la conduite de remblayage hydraulique par la taille de B banc inférieur jusqu'en tête du montage.

Le 23 au matin, la venue des fumées augmenta dans le cinquième travers-banc 377 entre les veines A et D; on put cependant monter la colonne de remblayage hydraulique sans appareils respiratoires; à onze heures trente, les flammes sortaient de la galerie du feu, les bois brûlant jusqu'à proximité du travers-bancs; l'incendie fut combattu par arrosage à la lance jusqu'au 24 à dix heures trente.

(1) Extrait des « Annales des Mines » Mémoires - Tome VI 1934. Note de M. BABOIN.

Dans la nuit du 23, *après l'achèvement du barrage B1* et bien que les tuyaux laissés dans le béton ne fussent pas obstrués, *l'aérage se renversa* : l'air entra par la veine E, étage intermédiaire, la plus grande partie monta à 377 par la taille de veine B banc inférieur, le reste descendit à 451 par le montage en veine B banc inférieur et remonta à 377 par les plans de veine A.

La conduite de remblayage hydraulique fut en place le 23 à quatorze heures, mais le remblayage ne put commencer que le 24 à dix heures trente.

Le 24 dans la nuit, le remblayage de la voie 451 en veine B étant achevé, on ferma le barrage B1; pendant le remblayage, la fumée qui sortait à 377 des plans en veine A devint de plus en plus épaisse et le cinquième travers-bancs et la voie 377 en veine H 5 se remplirent peu à peu de fumée jusqu'au puits de retour d'air.

A l'étage 451, on constata qu'il y avait un léger passage d'air à travers les remblais du septième vers le cinquième travers-bancs; pour compléter l'isolement du feu, on construiust en B2 sur le septième travers-bancs 451, entre les veines A et B, un barrage en béton de 1 mètre d'épaisseur derrière lequel l'eau vint s'accumuler, faisant tampon étanche; commencé le 25 après-

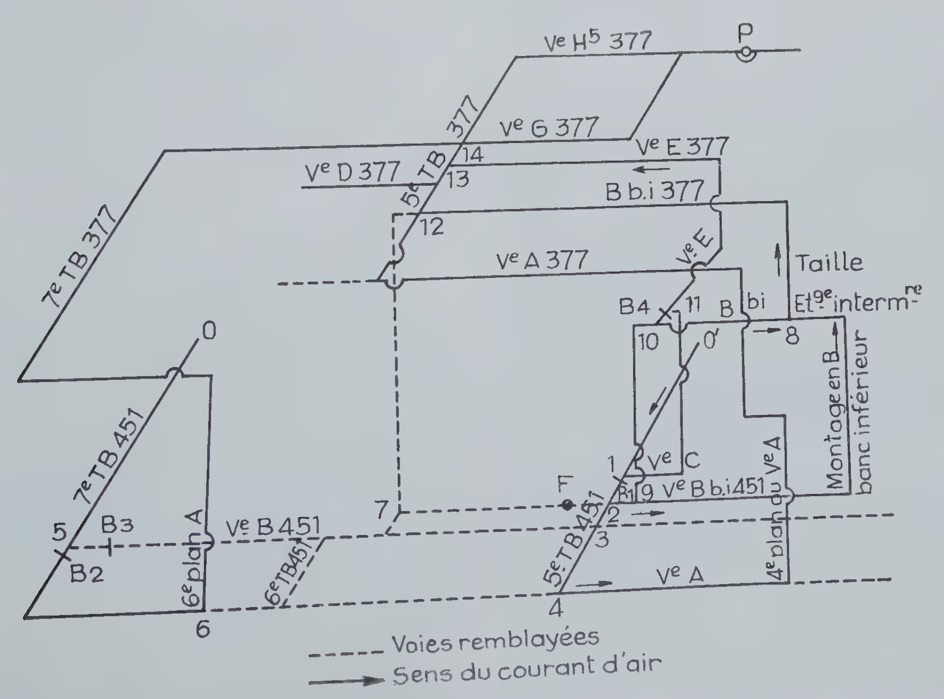


Fig. 1.

midi, il était fini le 26 à six heures. Un deuxième barrage B3 fut construit en veine B 451, constitué par un mur de pierres sèches jointoyées à l'argile de 7,50 m d'épaisseur, 1,20 m de sable damé et une cloison de béton de 0,60 m; commencé le 26 après midi, il était terminé le 29.

Simultanément, on achevait le remblayage des travaux en veine B banc inférieur après construction du barrage B4 à l'étage intermédiaire et remblayait les travaux et voies de veine A entre 451 et 377; la fumée alors de dissipa à 377.

Enfin, le sable n'étant pas monté en couronne derrière le barrage du cinquième travers-bancs à 451, on compléta le remblayage par une injection de lait de ciment sous pression.

Le 25, deux ouvriers furent intoxiqués dans le puisard du puits de retour d'air où ils travaillaient sans appareils respiratoires malgré les ordres donnés; le 30, des ouvriers et un porion furent intoxiqués en tête de la taille de veine B banc inférieur après la fermeture du barrage.

DISCUSSION

On comprendra beaucoup mieux ce qui s'est passé au cours de la lutte contre le feu à l'aide du schéma ouvert du quartier, qui peut être établi selon figure 2.

On remarquera d'abord le maillage compliqué du réseau.

Le feu F était probablement alimenté par une fuite d'aérage de 5 vers 2 qui était insoupçonnée et par des fuites à la carrure n° 2. On espérait juguler le feu en le remblayant à travers le montage en veine B sur un barrage construit en B1.

Mais la construction du barrage B1, entre 1 et 2, eut pour effet, en provoquant un abaissement du potentiel du point 2 par suite de l'accroissement de résistance de la branche 1-2, d'augmenter le débit de fuite de *5 vers 2,* ce qui ne fit qu'*attiser le feu.*

L'achèvement du barrage ne put qu'accentuer ce phénomène et, de plus, provoquer l'inversion dans les circuits 11-10-9-2 et 8-9, amenant cette fois de l'air frais sur l'incendie qui avait pris naissance à la carrure 2 et était d'autant plus alimenté par la fuite 5-2 que le potentiel du point 2 diminuait encore.

Le remblayage du montage de veine B n'atteignit certainement pas la carrure n° 9 et la fermeture complète du barrage B1 ne fit qu'accentuer le phénomène.

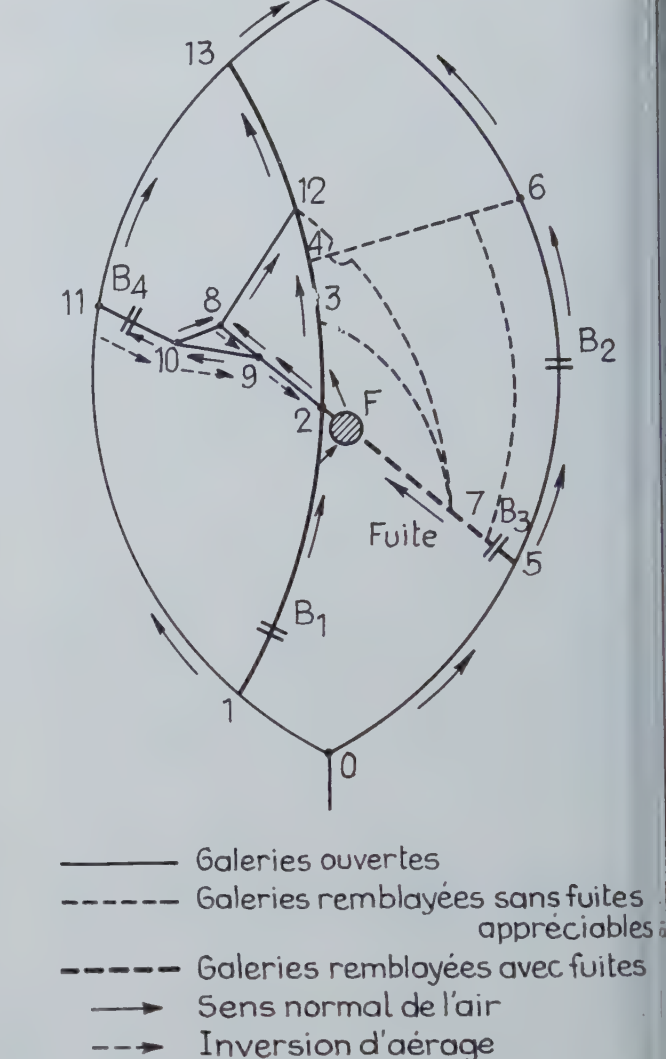


Fig. 2.

L'eau de remblayage coulant de veine A dans le 7 TB à 451 indiquait une fuite, que le barrage B2 colmata, mais en aggravant par ailleurs la situation en forçant encore la fuite de 5 vers 2. Les barrages B3 et B4 fermaient enfin les arrivées d'air sur le foyer.

Le schéma « canonique » du quartier, portant trace de la « fuite » 5-2 en particulier, aurait permis d'éviter tous ces tâtonnements en rendant possible la prévision des perturbations *provoquées par* l'érection du barrage B1.

ANNEXE VII

EXEMPLE D'ETUDE DE STABILITE

Cet exemple a été choisi correspondant à deux cas d'inversion d'aérage inopinée, observés réellement.

Cas A.

Un siège possède deux puits d'entrée d'air groupés vers le centre de son champ d'exploitation, et reliés entre eux à l'étage inférieur en préparation. A la suite d'un incendie très grave dans un prépartoire de l'étage inférieur, on décide de noyer l'étage et, pour cela, on déverse de l'eau en quantité croissante à la tête de l'un des puits. A un certain moment, le deuxième puits d'entrée d'air est le siège d'une inversion d'aérage, remontant les fumées de l'incendie et bloquant ainsi tout accès au fond en air frais.

Cas B.

Un siège de concentration est formé de la réunion de deux mines possédant chacune un puits d'entrée d'air et un puits de retour d'air. Il y a, à l'étage d'entrée d'air, une liaison de roulage pour concentrer l'extraction sur l'un des puits d'entrée d'air. Uu jour très froid d'hiver, on place des braseros à la tête du puits d'extraction : la galerie de liaison de roulage est, au bout d'un certain temps, le siège d'un arrêt d'aérage et, peut-être, d'une légère inversion, ce qui provoque une accumulation de grisou. Un locotracteur à trolley provoque l'inflammation du grisou.

Pour étudier ces deux cas, on raisonnera sur le schéma général selon figure 1 où A et B sont deux puits d'entrée d'air pour deux champs distincts I et II, aérés chacun par un ventilateur : V1 et V2.

2-3 est la liaison existant entre les puits à l'étage d'entrée d'air.

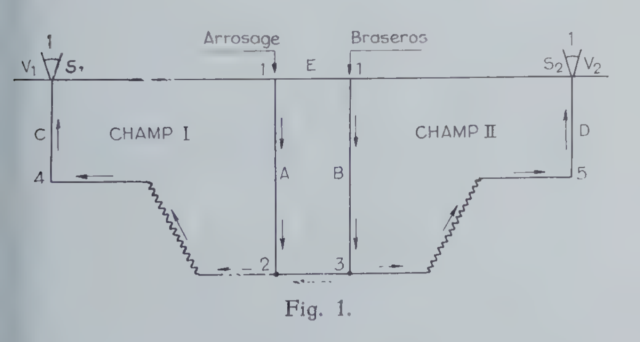


Fig. 1.

Nature des perturbations qui ont provoqué arrêt ou inversion d'aérage

L'envoi d'eau dans un puits provoque un effet aéromoteur important sufflant de haut en bas : on pourra donc le représenter par un ventilateur qui serait installé en tête et soufflant dans le puits correspondant.

Le réchauffage de l'air dans un des puits d'entrée d'air est équivalent soit à un ventilateur aspirant placé en tête du puits réchauffé, soit à un ventilateur soufflant placé en tête du puits non réchauffé. Nous adopterons cette seconde solution, pour traiter d'un seul coup les deux problèmes.

L'aérage naturel s'ajoute purement et simplement à l'effet des ventilateurs V1 et V2; en marche normale, son effet est négligeable; mais en cas d'arrêt d'un ventilateur, V1 ou V2, tout se passe comme si le ventilateur correspondant continuait à produire une force aéromotrice faible mais non négligeable.

Etude de stabilité.

Le schéma Budryk (fermé), figure 2, représente le réseau à étudier.

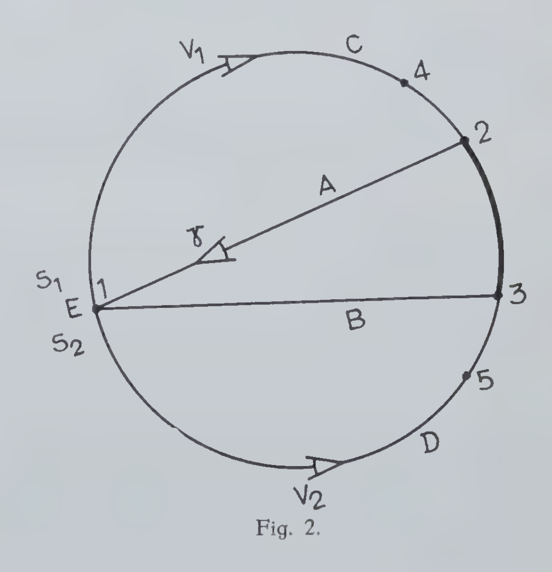


Fig. 2.

Les problèmes que nous nous sommes posés concernent l'instabilité de la branche 2-3 d'une part, sous l'effet d'une perturbation v et d'autre part l'instabilité dans la branche B (puits) également sous l'effet d'une perturbation v.

On voit tout de suite que ce réseau n'est *pas maillé :* les instabilités que l'on y constate ne relèvent donc que du fait de la présence de sources aéromotrices *multiples.*

On voit effectivement (fig. 3, 4 et 5) que si l'on « ouvre » le schéma successivement par rapport à chacune des trois sources aéromotrices V1, V2 et v, il n'existe de diagonale dans aucun cas.

Pour analyser l'action simultanée des sources, nous les examinerons successivement deux à deux.

1er cas : V1 et V2 seuls.

On voit tout de suite sur la figure 6, où l'on a fait figurer le sens des courants sous l'action de l'une *ou* de l'autre des sources V1 (traits pleins) et V2 (traits tiretés) que les branches A et B sont stables, mais que

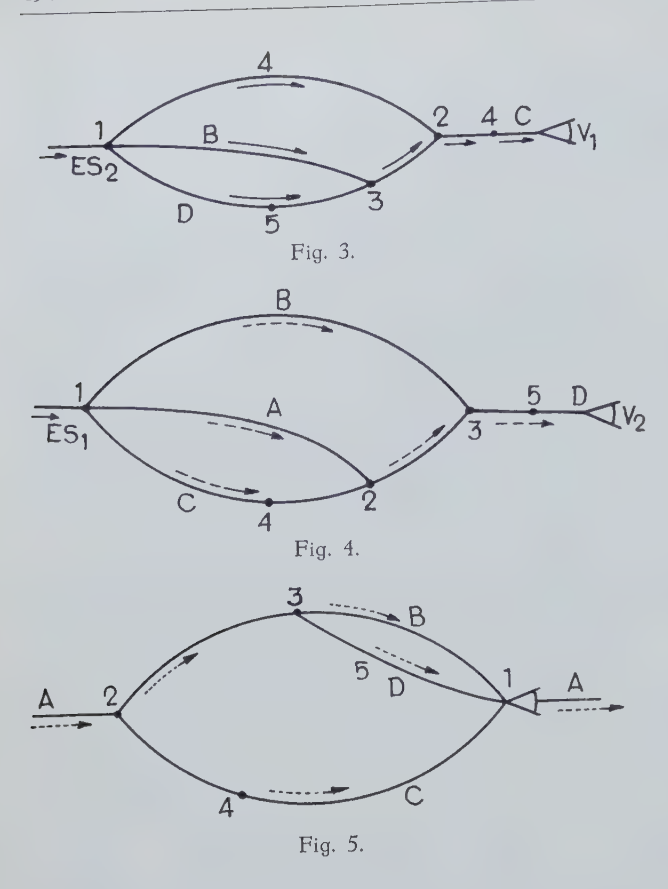


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

la *branche 2-3 est instable* ainsi que les branches 2-4-C-V1 et 3-5-D-V2.

Le degré d'instabilité de la branche 2-3 est certainement très grand; en effet, l'écoulement de 2 vers 3 ou de 3 vers 2 ne se fait que sous une différence de pression égale à la différence de perte de charge dans les puits, qui ne peut être que très petite : il suffira donc d'une *légère perturbation* (qui peut être une simple variation de résistance) dans *l'un* des puits ou dans l'une des branches 2-4-C-V1 ou 3-5-D-V2, ou d'une petite variation de régime de l'un ou l'autre des ventilateurs V1 ou V2, pour provoquer une inversion dans la branche 2-3.

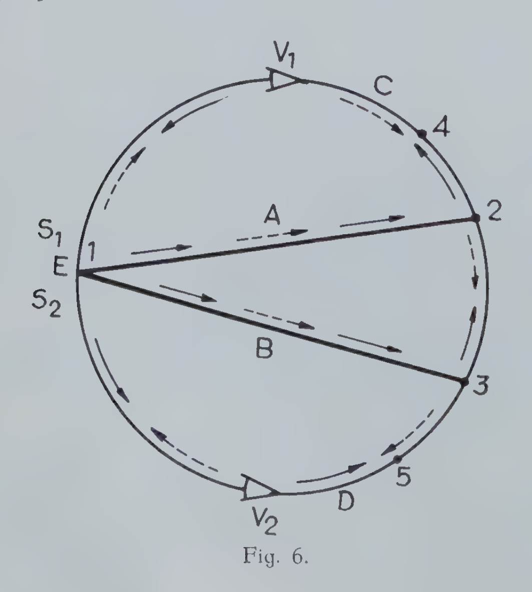


Fig. 6.

Les branches 2-4-C et 3-5-D sont également instables, mais on voit aisément que pour provoquer une inversion dans l'une de ces branches il faut que la force aéromotrice du ventilateur correspondant tombe à une valeur *inférieure* à la perte de charge *dans les puits,* généralement assez faible (1). Le degré d'instabilité de ces branches est donc faible.

2me cas : V1 et V2 en action simultanée normale. Présence d'une perturbation aéromotrice v soufflante dans le puits A.

Pour matérialiser le fait que V1 et V2 sont en action *simultanément,* on les remplacera par un ventilateur fictif *unique* V qui aspirerait sur les deux puits C et D, l'ajustement des forces aéromotrices étant obtenu à l'aide de résistances (registres) que l'on supposera toujours réglées pour réaliser dans les branches 2-4-C-V1 et 3-5-D-V2 les débits réels qu'y font passer les ventilateurs V1 et V2.

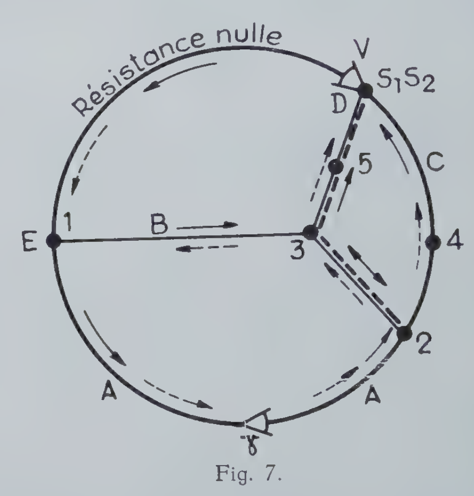


Fig. 7.

Le schéma Budryk correspondant est celui de la figure 7; mais ce schéma appelle l'observation suivante : l'artifice qui a consisté à remplacer les deux ventilateurs V1 et V2 situés *dans* les branches C et D par un ventilateur unique V situé dans une *branche fictive* faite de la réunion de C et D, a obligé à séparer les points S1 et S2 du point E qui est pourtant au *même potentiel* (voir le schéma 6 qui est absolument correct); on ne doit donc tirer aucune conclusion de l'existence de cette branche fictive, comme *par exemple,* que la branche 2-3 est une diagonale.

Cette circonstance particulière n'étant pas perdue de vue, on voit, en reportant les directions des courants qui prendraient naissance d'une part sous l'action de V (V1 et V2) seul, en traits pleins, d'autre part sous l'action de *v* seul, en traits tiretés (d'après les fig. 3, 4 et 5) que la branche B est *toujours instable* et que la branche 2-3 ne l'est que pour autant que le courant y circulerait de 3 vers 2 sous l'action de V (voir ci-dessus 1er cas).

(1) L'aérage naturel dans la branche correspondante pourra le cas échéant être suffisant pour éviter l'inversion d'aérage.

Si *tel est le cas,* on voit que l'inversion dans B ne peut avoir lieu, en tout état de cause, *qu'après* l'inversion dans 3-2 (sinon tous les courants issus du point 3 seraient divergents, ce qui est impossible), ce qui indique que l'instabilité de 3-2 est plus grande que celle de B : effectivement, la présence de braseros à la tête du puits a pu provoquer une inversion du type 3-2, mais n'aurait pas pu provoquer une inversion du type B, pour laquelle il a fallu une perturbation beaucoup plus énergique.

Quant à la branche 3-5-D-V2, on voit qu'elle est *stable* (ce qui montre bien *qu'elle n'est pas* une diagonale par rapport à v, ce que pourrait laisser croire la figure 7 en raison de l'artifice qu'est la substitution de V à V1 et V2).

Autres cas.

On étudierait de la même façon les 3[me] et 4[me] cas (V1 et v ou V2 et v).

Conclusion

Cette étude montre bien l'intérêt de recourir à des représentations schématiques des réseaux d'aérage et, en particulier, des représentations préconisées par Budryk, pour mettre en lumière les différents cas *d'instabilité* (avec risques d'inversion d'aérage dans certaines branches). Elle permet de mettre en lumière les risques complexes présentés par le réseau très classique qui a été pris comme thème d'étude.

ANNEXE VIII

ETABLISSEMENT ET EXPRESSION ANALYTIQUE DE LA FORMULE FONDAMENTALE DE BUDRYK POUR UN RESEAU RAMIFIE NE COMPORTANT QUE DEUX SOURCES AEROMOTRICES EXTENSION DE LA FORMULE A CERTAINS RESEAUX MAILLES

1. Etablissement de la formule

La formule fondamentale de Budryk :

$$\frac{h_e}{h_i} > \frac{r_e}{r_i}$$

a été démontrée dans le cas élémentaire de la figure 1, où le circuit principal ne comprend qu'*une* branche dans sa partie extérieure et *une* branche dans sa partie

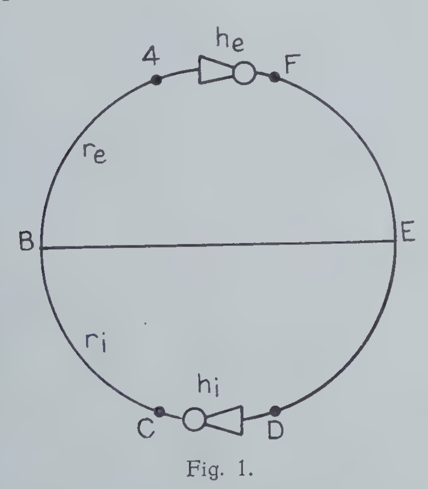


Fig. 1.

intérieure; dans ce cas, les résistances qui interviennent dans la formule sont celles (r_e et r_i) de ces branches. La formule fondamentale peut être étendue à un réseau ramifié quelconque ne contenant que *deux* sources aéromotrices, l'une de pression h_e, dans la partie extérieure, l'autre de pression h_i, dans la partie intérieure du circuit principal (fig. 2).

Nous allons démontrer que la condition nécessaire et suffisante pour que le débit dans la branche BE soit normal (de B vers E) est que l'on ait :

$$\frac{h_e}{h_i} > \frac{\mathcal{R}_e}{\mathcal{R}_i}$$

les $\mathcal{R}$ désignant des combinaisons des résistances du sous-réseau intérieur et du sous-réseau extérieur qui seront précisées par la suite.

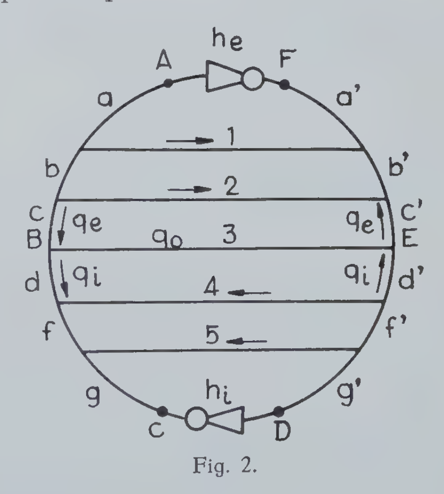


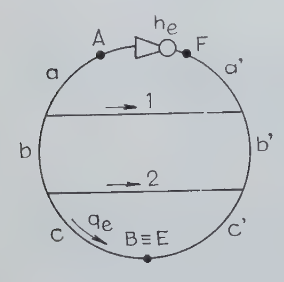
Fig. 2.

a) Le point de départ de la démonstration réside dans le fait que, suivant que le potentiel aéromoteur H_B du point B est supérieur, égal ou inférieur à celui H_E du point E, le débit q_o de la branche BE va de B vers E, est nul ou va de E vers B. Pour la commodité de la démonstration, nous envisagerons d'abord la con-

dition de neutralité de la branche BE ($q_o = 0$, $H_B = H_E$) et nous allons prouver qu'elle entraîne :

$$\frac{h_e}{h_i} = \frac{\mathcal{R}_e}{\mathcal{R}_i}$$

En effet, les points B et E étant équipotentiels, le réseau de la figure 2 est équivalent (au point de vue de la répartition des débits et potentiels) à deux sous-réseaux séparés, tels qu'ils sont représentés à la figure 3, où la branche BE est remplacés dans chaque sous-réseau par une branche de résistance nulle, pour tenir compte du fait qu'on doit avoir $H_B = H_E$. Considérons maintenant chaque sous-réseau séparément. Etant donné la loi quadratique reliant débits et pertes de charge, il y a proportionnalité entre le carré du débit dans une branche quelconque (*a*, *b*, 1, 2, ...) et la pression aéromotrice (h_e) de la source unique appartenant au même sous-réseau. On a en particulier, q_e et q_i étant les débits indiqués sur la figure 3 :



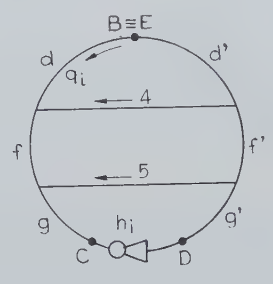


Fig. 3.

— pour le réseau extérieur :

$$\frac{h_e}{q_e^2} = \text{constante} = \mathcal{R}_e \qquad (1)$$

— pour le réseau intérieur :

$$\frac{h_i}{q_i^2} = \text{constante} = \mathcal{R}_i \qquad (2)$$

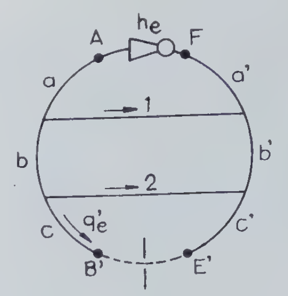
Par ailleurs, le débit q_o de la branche BE étant nul, on a nécessairement (fig. 2) :

$$q_e = q_i .$$

L'ensemble des relations (1), (2) et (3) entraîne :

$$\frac{h_e}{\mathcal{R}_e} = \frac{h_i}{\mathcal{R}_i} \quad \text{ou} \quad \frac{h_e}{h_i} = \frac{\mathcal{R}_e}{\mathcal{R}_i} \quad \text{c.q.f.d.}$$

b) Considérons maintenant le cas où $H_B > H_E$ et où par conséquent un débit $q_o \neq 0$ circule de B vers E. Il est encore possible de scinder le réseau de la figure 2 en deux sous-réseaux séparés contenant chacun une seule source aéromotrice. Toutefois, la branche BE devra être remplacée par deux branches fictives : B'E' dans le sous-réseau extérieur et B''E'' dans le sous-réseau intérieur (cfr. fig. 4). Dans la branche B'E', le débit q_e' circule moyennant la perte de charge $H_B — H_E$



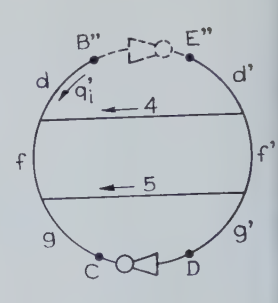


Fig. 4.

(il s'agit donc d'une résistance freinant l'aérage); dans la branche B''E'', le débit q_i' circule de *E vers B* dans le sens des potentiels croissants (il s'agit donc d'un ventilateur fictif favorisant l'aérage).

Comparons la situation de la figure 4 à celle de la figure 3, où les points B et E étaient reliés par une branche de résistance nulle. Le débit q_e' traversant la *résistance* B'E' est nécessairement inférieur au « débit de court-circuit » q_i. Enfin, l'existence du débit $q_o \neq 0$ de B vers E dans le réseau réel implique $q_e' > q_i'$. On a donc la succession d'inégalités :

$$q_e^2 > q_e'^2 > q_i'^2 > q_i^2$$

et compte tenu des relations (1) et (2) définissant $\mathcal{R}_e$ et $\mathcal{R}_i$:

$$\frac{h_e}{\mathcal{R}_e} > q_e'^2 > q_i'^2 > q_i^2 > \frac{h_i}{\mathcal{R}_i},$$

ce qui démontre la formule de Budryk dans ce cas.

c) Considérons enfin la situation $H_B < H_E$, où par conséquent un débit $q_o \neq 0$ circule de E vers B. On pourra encore scinder le réseau de la figure 2 en deux sous-réseaux séparés contenant chacun une seule source aéromotrice, à condition de remplacer la branche BE par deux branches fictives : B'E' dans le sous-réseau extérieur et B''E'' dans le sous-réseau intérieur. Dans le cas présent, le sens des courants q_e' et q_i' et la valeur relative des potentiels H_E et H_B impliquent que la branche B'E' soit un ventilateur et la branche B''E'' un frein (fig. 5).

On aura donc cette fois, en comparant les figures 3 et 5 :

$$q_e' > q_e \quad \text{et} \quad q_i' < q_i$$

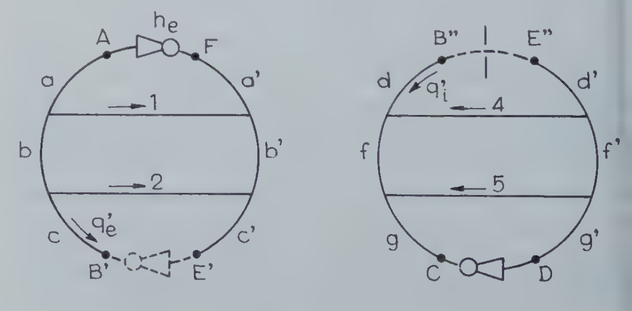


Fig. 5.

Enfin, le sens du débit q_o de E vers B implique :

$$q_e' < q_i'$$

on a donc la succession d'inégalités :

$$q_e^2 < q_e'^2 < q_i'^2 < q_i^2$$

et par suite :

$$\frac{h_e}{\mathcal{R}_e} < \frac{h_i}{\mathcal{R}_i} \quad \text{c.q.f.d.}$$

d) Nous avons ainsi démontré que les propositions :

$$H_B > H_E, \quad H_B = H_E, \quad H_B < H_E$$

entraînent respectivement :

$$\frac{h_e}{\mathcal{R}_e} > \frac{h_i}{\mathcal{R}_i}, \quad \frac{h_e}{\mathcal{R}_e} = \frac{h_i}{\mathcal{R}_i}, \quad \frac{h_e}{\mathcal{R}_e} < \frac{h_i}{\mathcal{R}_i}.$$

Comme les trois propositions de chaque ligne s'excluent mutuellement, les réciproques sont également vraies, c'est-à-dire que : suivant que $h_e/\mathcal{R}_e$ est supérieur, égal ou inférieur à $h_i/\mathcal{R}_i$, le potentiel H_B est supérieur, égal ou inférieur au potentiel H_E. La formule de Budryk est donc une *condition nécessaire et suffisante* à la stabilité de l'écoulement dans la branche latérale 3 et, moyennant un choix adéquat de $\mathcal{R}_e$ et $\mathcal{R}_i$, dans une branche latérale quelconque.

2. Expressions analytiques de $\mathcal{R}_e$ et de $\mathcal{R}_i$

Le raisonnement précédent permet de comprendre la signification physique de $\mathcal{R}_e$ et de $\mathcal{R}_i$ pour un réseau du type représenté à la figure 2. La grandeur $\mathcal{R}_e$ (ou $\mathcal{R}_i$), qui a les dimensions d'une résistance aéraulique ($kg \cdot s^2 \cdot m^{-8}$), représente le facteur de proportionnalité entre la pression aéromotrice h_e (ou h_i) et le carré du débit q_e (ou q_i) traversant un court-circuit réalisé entre les bornes B et E séparant le sous-réseau extérieur du sous-réseau intérieur. Cette remarque permet de donner l'expression analytique de $\mathcal{R}_e$ et de $\mathcal{R}_i$ pour un réseau ramifié.

Considérons à nouveau la figure 2 et admettons que la branche BE soit celle dont on étudie la stabilité de l'aérage. Il s'agit donc de calculer les rapports $\mathcal{R}_e = h_e/q_e^2$ et $\mathcal{R}_i = h_i/q_i^2$, les débits q_e et q_i étant les « débits de court-circuit » de chaque sous-réseau dans les conditions que représente la figure 3. Nous effectuerons ce calcul de façon à en permettre la généralisation à un nombre quelconque de dérivations. Nous désignerons les branches latérales par des indices arabes 1, 2, 3, ... et les branches du circuit principal par des indices latéraux *a*, *b*, *c*, ...; pour la commodité des écritures, r_a représentera la somme des résistances des branches *a* et *a'*, r_b la somme des résistances *b* et *b'*, etc.

Avec ces notations, nous pouvons écrire * :

$$\mathcal{R}_e = \frac{h_e}{q_e^2} = \frac{h_e}{q_a^2} \cdot \frac{q_a^2}{q_b^2} \cdot \frac{q_b^2}{q_e^2}; \tag{4}$$

on voit immédiatement l'extension possible à un plus grand nombre de dérivations. On a ensuite :

$$\frac{q_b}{q_c} = \frac{q_c + q_2}{q_c} = 1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}$$

car les débits se partagent entre deux branches parallèles (2 et $c + c'$) en raison inverse de la racine carrée de leurs résistances.

On a semblablement :

$$\frac{q_a}{q_b} = \frac{q_b + q_1}{q_b} = 1 + \sqrt{\frac{r_{b,2,c}}{r_1}} \tag{5}$$

$r_{b,2,c}$ représentant la résistance combinée des branches *b*, *b'*, 2, *c*, *c'*, ces dernières étant reliées par un court-circuit. Cette résistance est calculable classiquement :

$$r_{b,2,c} = r_b + \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{r_2}} + \frac{1}{\sqrt{r_c}}\right)^2}$$

il est avantageux d'écrire cette relation comme suit :

$$r_{b,2,c} = r_b + \frac{r_c}{\left(1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}\right)^2} \tag{6}$$

on a enfin :

$$\frac{h_e}{q_a^2} = r_{a,1,b,2,c}$$

c'est-à-dire la résistance équivalente du sous-réseau extérieur court-circuité entre B et E et vu des bornes A et F. Cette résistance se calcule par la formule classique :

$$r_{a,1,b,2,c} = r_a + \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{r_1}} + \frac{1}{\sqrt{r_{b,2,c}}}\right)^2}$$

que l'on écrira avantageusement :

$$r_{a,1,b,2,c} = r_a + \frac{r_{b,2,c}}{\left(1 + \sqrt{\frac{r_{b,2,c}}{r_1}}\right)^2} \tag{7}$$

Il n'y a plus qu'à combiner les formules (4), (5), (6) et (7), ce qui donne lieu à des transformations successives faciles :

---

*) pour les cas particulier considéré $q_c \equiv q_e$ et $q_d \equiv q_i$.

$$\mathcal{R}_e = \left(1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}\right)^2 \left(1 + \sqrt{\frac{r_{b,2,c}}{r_1}}\right)^2 \left[r_a + \frac{r_{b,2,c}}{\left(1 + \sqrt{\frac{r_{b,2,c}}{r_1}}\right)^2} \right]$$

$$= \left(1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}\right)^2 \left[r_a \left(1 + \sqrt{\frac{r_{b,2,c}}{r_1}}\right)^2 + r_{b,2,c} \right]$$

$$= \left(1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}\right)^2 \left[r_a \left(1 + \sqrt{\frac{r_{b,2,c}}{r_1}}\right)^2 + r_b + \frac{r_c}{\left(1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}\right)^2} \right]$$

$$= r_a \left(1 + \sqrt{\frac{r_{b,2,c}}{r_1}}\right)^2 \left(1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}\right)^2 + r_b \left(1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}\right)^2 + r_c$$

$$= r_a \left(1 + \sqrt{\frac{r_b}{r_1} + \frac{r_c}{r_1 \left(1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}\right)^2}}\right) \left(1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}\right)^2 + r_b \left(1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}\right)^2 + r_c$$

$$= r_a \left[1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}} + \sqrt{\frac{r_b}{r_1}\left(1 + \frac{r_c}{r_2}\right)^2 + \frac{r_c}{r_1}} \right]^2 + r_b \left(1 + \sqrt{\frac{r_c}{r_2}}\right)^2 + r_c \,. \qquad (8)$$

On imagine aisément la méthode qu'il faudrait suivre pour calculer $\mathcal{R}_e$ si le nombre de dérivations était plus important.

On trouverait de la même façon, *pour autant que les débits aient les sens indiqués à la figure 2 :*

$$\mathcal{R}_i = r_g \left[1 + \sqrt{\frac{r_d}{r_4}} + \sqrt{\frac{r_f}{r_5}\left(1 + \frac{r_d}{r_4}\right)^2 + \frac{r_d}{r_5}} \right]^2 + r_f \left(1 + \sqrt{\frac{r_d}{r_4}}\right)^2 + r_d \,. \qquad (9)$$

On voit que dans les expressions (8) et (9), les résistances des branches du circuit principal figurent uniquement au numérateur et les résistances des branches latérales uniquement au dénominateur. Les grandeurs $\mathcal{R}_e$ et $\mathcal{R}_i$ sont donc des fonctions *croissantes* des résistances des branches du *circuit principal* et des fonctions *décroissantes* des résistances des branches *latérales* (pour auant que celles-ci soient toutes inversées dans le sous-réseau intérieur et normales dans le sous-réseau extérieur). Ces propriétés restent valables pour des réseaux ramifiés présentant un nombre quelconque de dérivations.

3. Extension à certains réseaux maillés

La démonstration exposée sous 1 ci-dessus est évidemment valable si l'un ou l'autre des sous-réseaux (ou les deux à la fois) est maillé d'une façon quelconque, pourvu que chacun d'eux ne contienne qu'une seule source aéromotrice, que chacune des sources agissant isolément détermine dans la branche BE étudiée des courants de sens contraires, et qu'il n'existe aucune branche formant « pont » entre les deux sous-réseaux (exemple, fig. 6).

$\mathcal{R}_e$ et $\mathcal{R}_i$ ont alors la même expression générale que pour les réseaux ramifiés :

$$\mathcal{R}_e = \frac{h_e}{q_e^2} \qquad \mathcal{R}_i = \frac{h_i}{q_i^2}$$

Mais leur expression analytique en fonction des résistances des différentes branches qui composent cha-

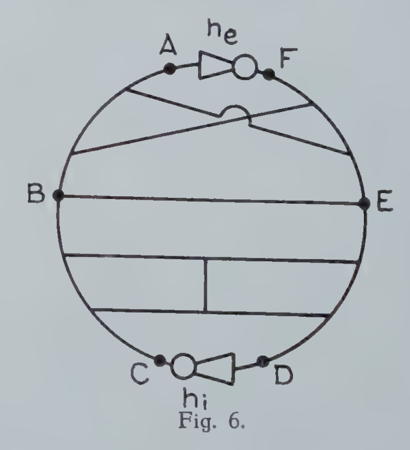


Fig. 6.

cun des deux sous-réseaux paraît ne pas être possible comme elle l'est dans le cas où les sous-réseaux sont simplement ramifiés.

$\mathcal{R}_e$ et $\mathcal{R}_i$ seraient par contre mesurables directement sur un simulateur électrique.

ANNEXE IX

GENERALISATION DE LA FORMULE DE BUDRYK

I. Notion de filet ou courant élémentaire

Soit un courant Q qui se divise aux nœuds B, C, D en n courants q_1, q_2, q_3, q_j, q_n (fig. 1).

On appelle filet, ou courant élémentaire q_1, la fraction de débit q_1 qui circule dans les galeries qui alimentent le courant q_1.

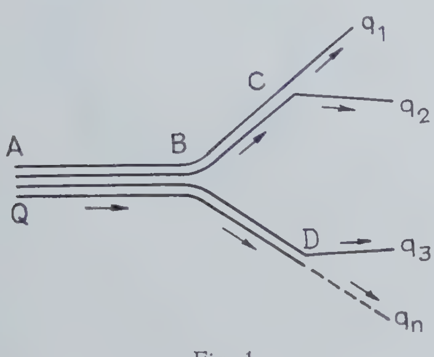


Fig. 1.

Ainsi on trouve dans la branche BC les filets q_1 et q_2 et dans la branche AB les filets q_1, q_2, q_3, q_j et q_n.

On peut faire de même si, au lieu de se diviser, les courants se réunissent.

L'ensemble des courants qui parcourent un réseau d'aérage peut ainsi être analysé en filets, ou courants élémentaires, conservant comme caractéristique un débit constant tout au long du trajet qu'ils parcourent, et se trouvant tantôt seuls, tantôt réunis avec d'autres lorsque d'autres filets empruntent les mêmes galeries. Dans une même galerie, il ne peut exister que des filets ayant le même sens d'écoulement.

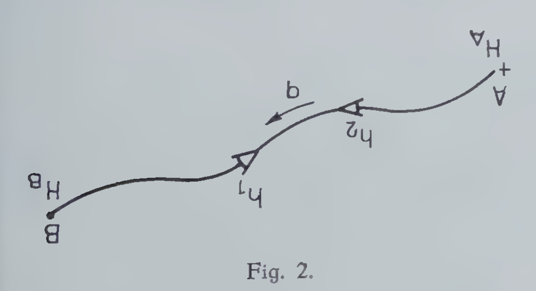


Fig. 2.

Résistance de trajet des filets.

Un filet est donc un courant de débit constant qui circule sous l'action de forces aéromotrices : cet écoulement obéit évidemment aux lois fondamentales de l'écoulement des fluides et en particulier au principe de conservation de l'énergie qui permet d'écrire (fig. 2) pour un débit q entre deux points A et B, de potentiels aéromoteurs H_A et H_B, à travers des sources aéromotrices de force h_1, h_2, ..., h_i :

$$[(H_A - H_B + \sum h_j] \, q = rq^3 \text{ ou } r = \frac{H}{q^2}$$

où r, qui a les dimensions d'une résistance de conduit, est appelée résistance de trajet du filet entre les points A et B.

Si le filet circule *seul* dans un conduit (ou dans une galerie), cette résistance est évidemment celle de ce conduit ou de cette galerie.

Mais si plusieurs filets q_1, q_2, q_3, ..., q_n, de débit total Q, circulent dans une même galerie, entre deux points A et B, sous une force aéromotrice H, on a les relations suivantes entre résistances des trajets des filets r_1 et la résistance de la galerie R :

$$r_1 = \frac{H}{{q_1}^2} \; ; \quad r_2 = \frac{H}{{q_2}^2} \quad \text{etc.} \quad R = \frac{H}{Q^2}$$

ce qui entraîne :

$$r_1 = R \, (Q/q_1)^2$$
$$r_2 = R \, (Q/q_2)^2 \text{ etc.}$$

et en additionnant les puissances consommées $r_j \, {q_j}^3$ dans le tronçon AB, par chaque filet, leur somme étant égale à la puissance consommée totale RQ^3, on tire :

$$R = \sum \frac{r_j \, {q_j}^3}{Q^3}$$

On voit donc que la *résistance de trajet d'un filet* qui parcourt une galerie de résistance R avec d'autres filets est toujours supérieure à R, proportionnellement au carré du rapport du débit total parcourant la même galerie au débit du filet considéré.

La *résistance de trajet* d'un filet sur un parcours déterminé est donc fortement dépendante du débit des autres filets qui l'accompagnent sur ce parcours.

II. Champs de filets

Considérons maintenant un réseau quelconque, animé par un nombre quelconque de sources aéromotrices h_1, h_2, ..., h_n.

Il s'établira, dans toutes les branches du réseau, un régime de courants parfaitement défini, que l'on pourra toujours analyser en filets correspondant à la plus grande division des courants dans les branches du réseau.

On appelle *champ de filets* de deux points A et B du réseau l'ensemble des filets qui passent à la fois par le point A et par le point B.

On voit tout de suite que, dans le cas général, le champ de filets de deux points quelconques n'est constitué que par une partie des filets du réseau.

Le champ peut être *nul* : par exemple pour les points *ab* de la figure 3, aucun filet ne passant *à la fois par a* et par *b*; ou comprendre tous les filets du réseau, par exemple pour les points *c* et *d* de la branche qui contient le ventilateur unique.

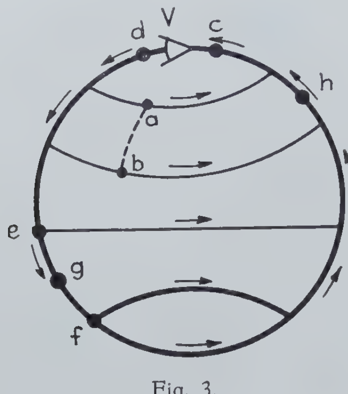


Fig. 3.

Les branches qui contiennent le champ de filets des points *e f* sont indiquées en traits renforcés. Le champ de filets des points *g h* est *le même* que le précédent.

Un champ de filets qui contiendrait une ou plusieurs branches frappées d'instabilité du premier ou du second ordre (voir chap. II) serait modifié par toute circonstance susceptible de faire changer le sens de circulation dans ces branches.

Le champ de filets de deux points A B d'un réseau complexe caractérise donc la situation relative de ces deux points dans le réseau *dans un état déterminé* des courants qui règnent dans le réseau, et pas seulement en fonction de leur seule position géographique dans le réseau.

Champs partiels.

Considérons (fig. 4) le champ de filets de deux points A et B, *abstrait* des branches du réseau dans lequel il circule; c'est un *ensemble cohérent* dans lequel on distingue d'abord deux parties principales : d'une part tous les filets qui circulent de B vers A et d'autre part tous les filets qui circulent de A vers B. On appellera l'une de ces parties le « demi-champ externe », l'autre le « demi-champ interne ».

Par ailleurs, il peut exister, dans chacun des demi-champs, des groupements de filets distincts, par exemple par les forces aéromotrices dont ils sont le siège, ou par leur parcours nettement différencié; on appellera de tels groupements « demi-champs partiels ».

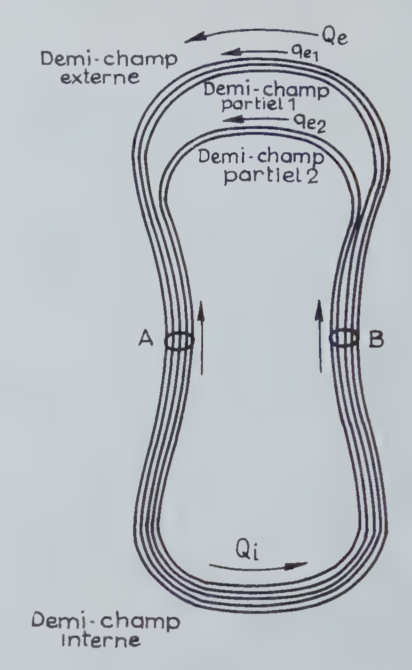


Fig. 4.

Résistance globale équivalente d'un demi-champ ou d'un demi-champ partiel.

Considérons par exemple le demi-champ interne : pour chacun des filets on a : pour le parcours *du point A au point B,* le sens positif étant le sens des flèches :

$$[(H_A - H_B) \sum h_j]\ q = rq^3$$

et, pour l'ensemble des filets du demi-champ, les puissances étant additives :

$$(H_A - H_B) \sum q_j + \sum h_j q_j = \sum r_j q_j^3$$

Si l'on désigne par :

Q_i le débit total des filets qui constituent le demi-champ interne,

h_{im} la force aéromotrice moyenne pondérée agissant sur le demi-champ interne, telle que $h_{im} = \sum \frac{h_j q_j}{Q_i}$

R_i l'expression $\sum \frac{r_j q_j^3}{Q_i^3}$,

la formule s'écrit :

$$(H_A - H_B) + h_{im} = R_i Q_i^2$$

On aura de même :

— Pour le demi-champ externe (parcours de B à A) :

$$(H_B - H_A) + h_{em} = R_e Q_e^2$$

— Pour le demi-champ externe partiel 1 :

$$(H_B - H_A) + h_{e1m} = R_{e1} q_{e1}^2$$

— Pour le demi-champ partiel 2 :

$$(H_B - H_A) + h_{e2m} = R_{e2} q_{e2}^2$$

R_i, R_e, R_{e2} ne sont pas autre chose que les résistances de galeries *uniques* où passeraient *tous* les filets et

rien que les filets du demi-champ, ou du demi-champ partiel correspondant, entre les points A et B.

Discussion.

Avant de faire usage de ces formules qui ont exactement la même forme que la formule utilisée pour les calculs classiques, il convient de discuter complètement leur contenu et leur signification.

Rappelons tout d'abord que le réseau de filets ne correspond *pas à toutes* les galeries du réseau : R_i et R_e ne sauraient donc, en aucun cas, être assimilées aux résistances du réseau ou même de parties de réseau dont les branches seraient combinées selon les méthodes usuelles (séries - parallèles - résistances équivalentes des mailles, etc.). C'est pourquoi nous désignerons désormais les résistances de champs de filets par le symbole $\mathcal{R}$.

Rappelons aussi que les résistances de trajet des filets ne sont pas du tout celles des galeries dans lesquelles ils circulent, lorsqu'ils sont accompagnés par d'autres filets. $\mathcal{R}$ est donc fortement influencé par les filets des *autres champs de filets* qui empruntent les mêmes galeries que ceux auxquels cette grandeur correspond : pour un champ de filets déterminé, $\mathcal{R}$ ne l'est donc que pour une situation déterminée *du réseau* et pas pour n'importe laquelle, alors que les résistances usuelles sont des caractéristiques des circuits, quels que soient les régimes d'écoulement qui y existent.

Rappelons enfin qu'un champ de filets ne contient en général pas toutes les sources qui existent dans un réseau lorsque ces sources sont multiples.

Les sources qui restent en dehors d'un champ de filets n'interviennent pas du tout dans le calcul de son h_m, mais ont une influence qui peut être très importante sur *le débit* qui y circule, par l'intermédiaire de la variation de la résistance de trajet de filets dans les branches où circulent des filets qui dépendent d'elles.

L'exemple ci-dessous aidera à comprendre ces phénomènes.

Soit un réseau selon schéma figure 5 comportant un puits d'entrée d'air unique EA et deux puits de retour d'air avec chacun un ventilateur V1-V2, l'un des circuits comportant deux branches en parallèle AB et AFB, dont l'une contient une source aéromotrice F.

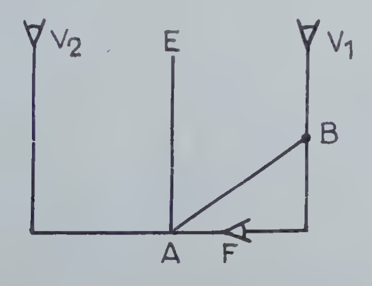


Fig. 5.

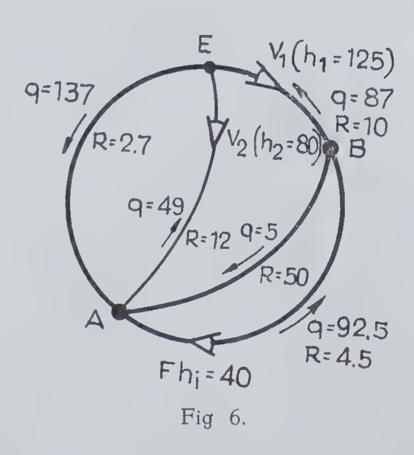


Fig 6.

Le schéma Budryk du réseau peut être représenté par la figure 6.

Le champ de filets des points A et B, indiqué en traits forts, comprend toutes les branches du réseau sauf la branche AV2E qui contient le ventilateur V2.

Ce réseau a été calculé par la méthode Hardy-Cross dans deux cas différents de la force aéromotrice h_2 du ventilateur V2 : 80 et 400 mm d'eau, et pour deux résistances de la branche BV1E.

1) Pour $h_2 = 80$, les résultats du calcul sont reportés sur la figure 6 (résistances en murgues et débits en m^3/s).

2) Pour $h_2 = 40$, h_1 et h_i ni aucune résistance n'ayant changé, les débits deviennent ce qu'indique la figure 7.

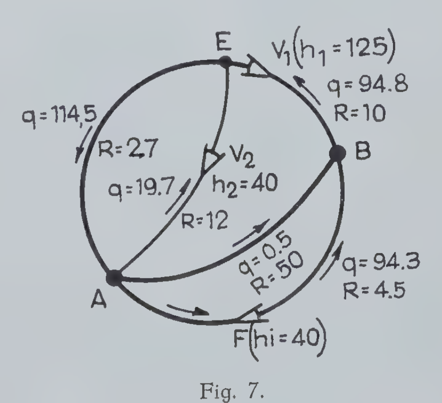


Fig. 7.

On voit qu'une simple variation de la force aéromotrice de la source V2 par laquelle ne passe aucun filet du champ des points A B, suffit à faire changer le sens de circulation de l'air dans cette branche AB.

Ceci est dû uniquement à la variation de la *résistance de trajet* de filets dans la branche EA du seul fait de la variation de débit du filet dans la branche AV2E qui y circule.

3) h_2 étant ramené à 80 mm d'eau, mais la résistance de la branche BV1E étant abaissée de 10 à 7,9 murgues, on voit (fig. 8) que le débit *dans la branche AB* est le même que dans le cas 2) ci-dessus.

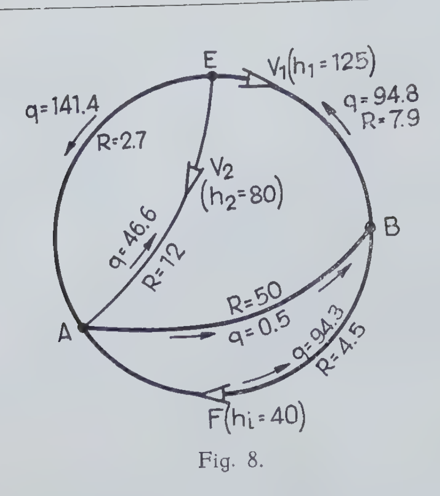


Fig. 8.

III. Application à la théorie de Budryk

Soit un réseau quelconque, maillé de façon quelconque, animé par un nombre quelconque de sources aéromotrices disposées de façon quelconque, et AB une branche quelconque de ce réseau sur laquelle n'existe *aucune* source aéromotrice.

La situation de cette branche peut être schématisée par la figure 9.

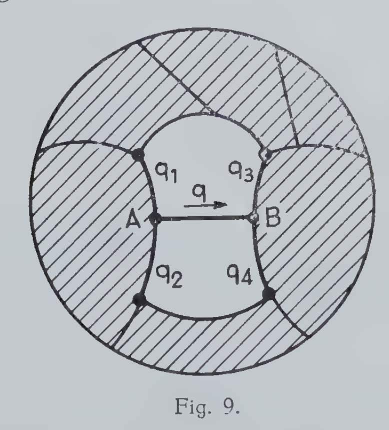


Fig. 9.

Quelles sont les conditions dans lesquelles une inversion d'aérage peut avoir lieu dans la branche AB ?

Il y a quatre combinaisons possibles pour les courants q_1 q_2 q_3 et q_4 :

1°) $q_1 + q_2 = q$
$q_3 + q_4 = q$

2°) $q_1 - q_2 = q$
$q_3 + q_4 = q$

3°) $q_1 + q_2 = q$
$q_3 - q_4 = q$

4°) $q_1 - q_2 = q$
$q_3 - q_4 = q$

On voit tout de suite que dans le cas des figures 10, 11 et 12, l'inversion dans AB ne peut intervenir que si l'un des courants (deux dans le cas de la figure 10) change de sens au préalable, sinon il y aurait dans chaque cas au moins une extrémité de AB où tous les courants seraient ou convergents ou divergents, *ce qu'est impossible.*

Après le (ou les) changements nécessaires de q_1, q_2, q_3 ou q_4, on est, dans tous les cas, ramené au cas de la figure 13.

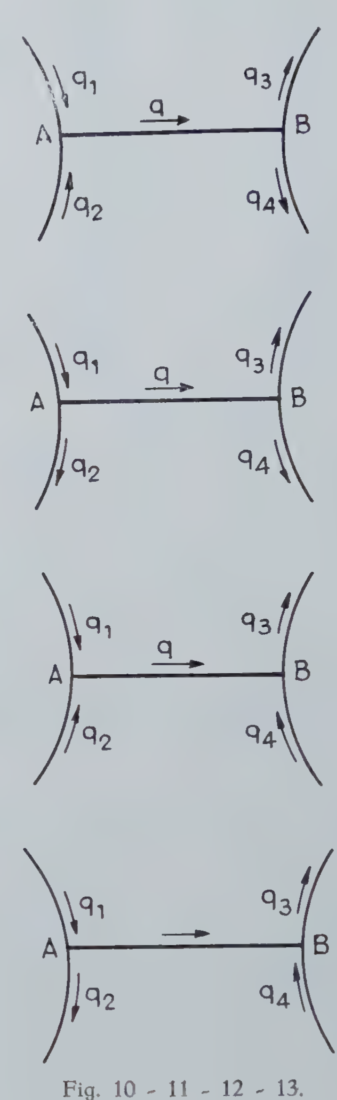


Fig. 10 - 11 - 12 - 13.

Une branche ne peut donc être instable que dans la disposition de la figure 13.

Si l'on cherche à quelles configurations de champs de filets correspond cette disposition, on trouve les quatre cas suivants (figures 14, 15, 16 et 17).

Fig. 14 : La branche AB est une *diagonale.* Son instabilité ne résulte pas de l'action simultanée de deux sources, ce n'est pas le cas visé par Budryk.

Fig 15 : La branche AB est un élément de circuit principal de sources en *harmonie, elle est stable en toutes circonstances.*

Fig. 16 : La branche AB est un élément de circuit principal de *sources en opposition.* Ce cas d'instabilité n'est pas visé par la théorie de Budryk.

Fig. 17 : La branche AB est l'une des branches d'un circuit comportant au moins trois branches. S'il n'y

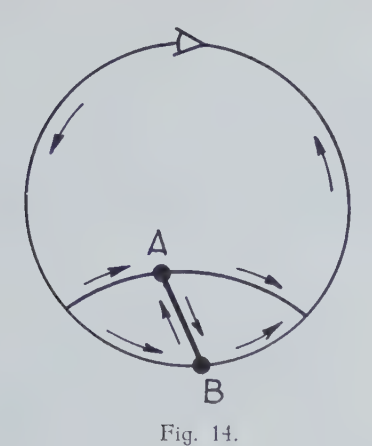


Fig. 14.

Fig. 15.

qu'une source aéromotrice, il n'y a pas d'instabilité, mais s'il y a une (ou plusieurs) sources aéromotrices en harmonie sur une ou plusieurs des autres branches (fig. 18) AB est frappée d'instabilité.

Cette branche se trouve être une latérale reliant deux points d'un circuit principal dont chacune des parties ainsi déterminées contient une ou des sources aéromotrices constituant des ensembles « en harmonie », *et il n'y a pas d'autre cas d'instabilité résultant de l'action simultanée de deux sources (ou groupes de sources) en harmonie.*

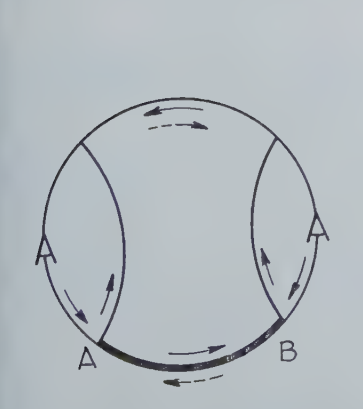
Si, dans ces conditions, on appel h_{em} la force aéromotrice moyenne pondérée qui agit sur les filets du demi-champ externe des points AB, $\mathcal{R}_e$ la résistance de ce demi-champ, h_{im} la force aéromotrice moyenne pondérée qui agit sur les filets du demi-champ interne et $\mathcal{R}_i$ la résistance de ce demi-champ, la condition d'écoulement de l'air de A vers B ou $H_A > H_B$ conduit, comme dans le cas élémentaire et par le même calcul, à la formule :

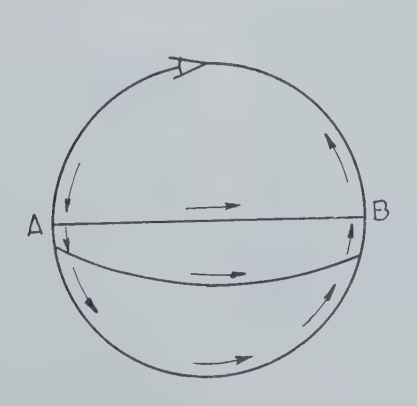
$$\frac{h_{em}}{h_{im}} > \frac{\mathcal{R}_e}{\mathcal{R}_i} \quad \text{ou} \quad \frac{h_{em}}{\mathcal{R}_e} > \frac{h_{im}}{\mathcal{R}_i}$$

qui se révèle ainsi être bien applicable au cas le plus général d'un réseau quelconque comportant un nombre quelconque de sources aéromotrices, sous la seule restriction que la branche étudiée soit une latérale réunissant deux points d'un circuit principal de sources en harmonie dans les conditions de la figure 18, c'est-à-dire que chacune des deux sources (ou groupe de sources) tend à faire circuler l'air dans la branche étudiée en sens inverse de l'autre.

Lorsqu'une latérale, c'est-à-dire une branche qui se détache du circuit principal, ou qui y aboutit, *ne relie pas* deux points du circuit principal, c'est qu'elle constitue avec d'autres branches « un réseau » plus ou moins complexe qui relie entre eux plusieurs points du circuit principal. Un tel réseau forme nécessairement avec les branches du circuit principal des « mailles » dont certaines branches (et peut-être la branche étudiée) sont des *diagonales,* c'est-à-dire des branches susceptibles d'être frappées à la fois d'instabilité du premier ordre et d'instabilité du second ordre; et ce n'est qu'après une ou plusieurs inversions d'aérage dans ces branches que la branche étudiée *devient* une latérale reliant deux points du circuit principal.

L'exemple le plus simple est celui de la figure 19, où l'on voit que la latérale AB ne « *relie pas* deux points du circuit principal » des sources. Une inversion dans AB *ne peut pas* avoir lieu sans qu'il y ait eu *auparavant* une inversion dans BC ou dans BD. Une





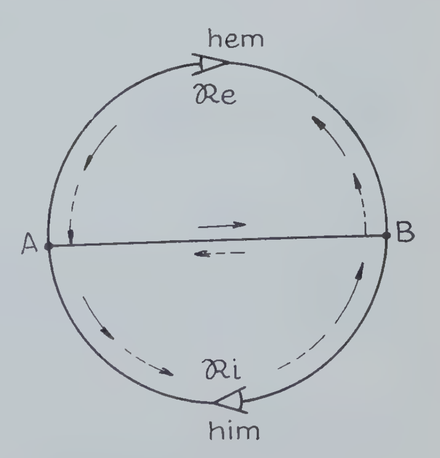


Fig. 16 - 17 - 18.

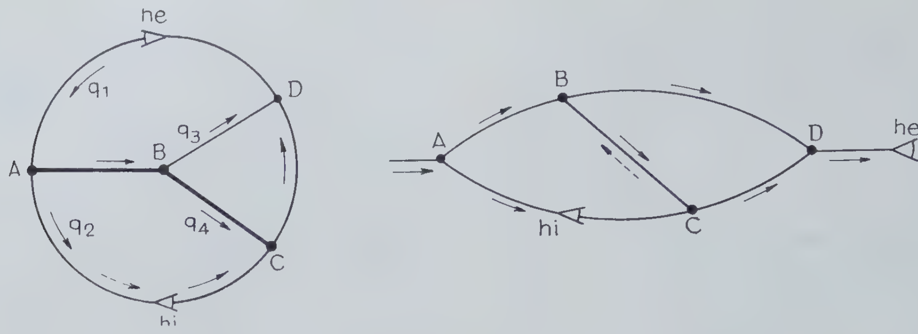


Fig. 19 - 20.

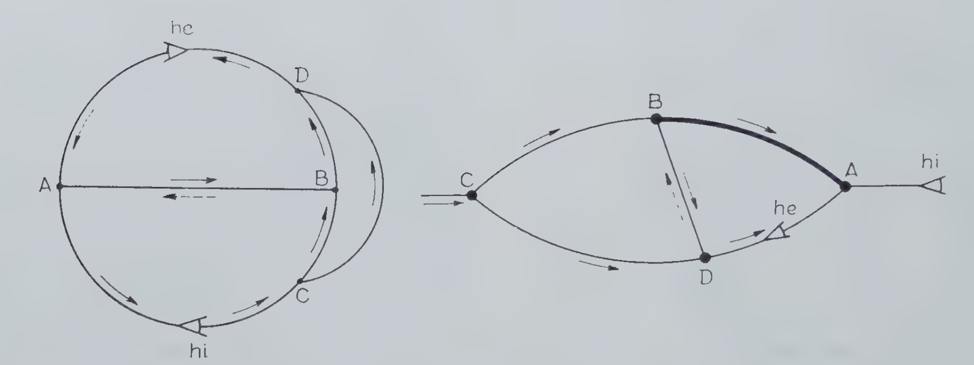


Fig. 21 - 22.

inversion dans BD ne peut pas intervenir avant les autres en l'absence de source aéromotrice dans *la maille* BCD; par contre, une inversion dans CB (fig. 20) peut avoir lieu, *même en l'absence de* h_i, sous l'action d'une simple variation *de résistance* d'une des branches de la cellule fondamentale, ou sous l'action d'une augmentation de h_i (1) équivalant, en l'occurrence, à une diminution de résistance de la branche AC.

Après cette inversion, le point B *est* sur le circuit principal des sources (fig. 21) et l'inversion est possible dans AB *dans les conditions étudiées* ci-dessus.

Une inversion dans la branche BD (latérale dans la figure 19 mais élément de circuit principal dans la figure 21) est alors possible (mais seulement après l'inversion dans AB), soit sous l'action d'une simple variation de résistance des branches de la cellule fondamentale, soit sous l'action d'une diminution de h_e (1) (équivalant, en l'occurrence, à une augmentation de résistance de DA) (fig. 22), car cette branche est une diagonale par rapport à la source h_i.

Ce « réseau de latérales » est donc instable, *dans son ensemble,* mais l'instabilité se manifeste en plusieurs stades, l'un d'eux, le plus grave, car c'est celui qui ramène effectivement des fumées sur l'entrée d'air, étant obligatoirement l'inversion d'aérage *dans une branche reliant deux points du circuit principal de l'incendie encadrant l'incendie.*

La condition de stabilité d'une telle branche, régie par la formule fondamentale, reste donc, en tout état de cause, la condition principale de la sécurité en cas d'incendie dont les effets se manifestent en aérage montant.

Si elle est une diagonale, elle est frappée d'une instabilité du premier ordre qui ne dépend pas de la formule fondamentale de Budryk; si elle débouche dans une diagonale, elle sera frappée de l'instabilité du second ordre régie par la formule de Budryk, mais seulement *après inversion* dans la diagonale la plus sensible dans laquelle elle débouche.

Discussion des conditions d'application de la formule

Autres branches et autres champs de filets du réseau.

Replaçons maintenant le champ de filets qui nous intéresse (1) dans le réseau d'où on l'avait extrait.

Les filets du champ de filets des points A et B parcourent seulement certaines galeries du réseau. Pour

(1) le cas échéant d'une diminution de he.

(1) le cas échéant d'une augmentation de hi.

1) Dans tout ce qui suit, on raisonnera pour une situation où les extrémités de la branche étudiée sont situées sur un circuit principal des sources.

la clarté de la représentation (fig. 23), on a regroupé suivant le cordon hachuré toutes les galeries parcourues par les filets qui passent *à la fois* par les points A et B, par au moins une source du système externe (h_{em}), et par au moins une source du système interne (h_i); et on a indiqué en traits forts les galeries parcourues par les *autres* filets du champ : sur la figure 23, branche AB et branche *pq*.

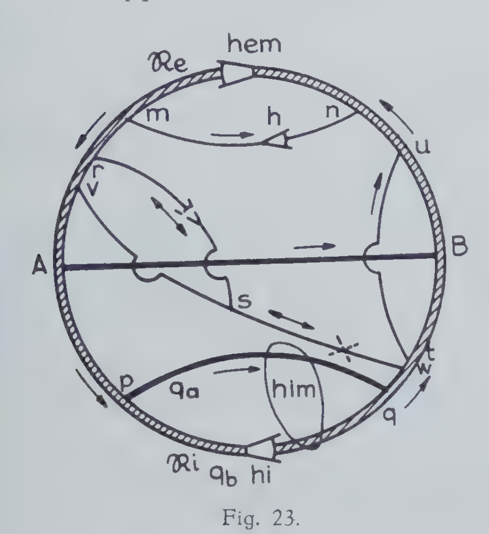


Fig. 23.

Les branches du réseau où ne circule *aucun* filet du champ des points A et B, et il y en a dans le cas général, sont disposées de façon quelconque, telles celles qui sont indiquées en traits fins ordinaires.

Elles constituent :

— soit des branches latérales telles que *mn*, avec ou sans source aéromotrice, et *pour autant que le sens de circulation y soit de m vers n;*

— soit des « ponts » comme les branches *rs - tu - vw* qui sont des « latérales » au sens général, mais qui font communiquer entre elles la « zone externe » et la « zone interne », ces branches peuvent contenir ou non des sources aéromotrices.

La branche *pq*, par contre, *appartient* au champ des points A et B, mais seulement pour autant que *le sens de circulation y soit de p vers q.*

S'il y a inversion d'aérage dans cette branche, elle n'appartient plus au champ de filets considéré et devient une branche latérale étrangère au champ comme la branche *mn*. Cette branche ne *contient*, par hypothèse, aucune source aéromotrice, sinon elle appartiendrait au circuit principal.

Circuit principal relatif à la branche AB.

Le cordon hachuré de la figure 25 matérialise le *circuit principal relatif à la branche AB,* qui n'est qu'une partie des circuits principaux des sources.

On remarquera, en effet, que les filets qui passent par le « pont » *tu* appartiennent aussi en partie au circuit principal des sources, mais pour une fraction qui ne passe pas par le point B.

Interaction des différents champs.

Ainsi qu'on l'a vu au par. II ci-dessus, les résistances globales équivalentes des demi-champs externe et interne qui interviennent dans la formule fondamentale sont *fortement* dépendantes des *débits* des filets des *autres champs* qui parcourent les mêmes galeries.

Il en résulte que la condition fondamentale qui régit la stabilité de la branche AB sera dépendante, non seulement des conditions qui règnent dans les galeries parcourues par le champ de filets de la branche AB, mais aussi des conditions qui règnent dans *toutes les autres galeries* du réseau : c'est-à-dire de leurs résistances et de l'activité des sources aéromotrices qui y existent. L'exemple calculé (fig. 6 et 7) montre que la *seule* variation d'activité d'une source aéromotrice *étrangère* au champ de filet des extrémités d'une branche peut provoquer une *inversion de l'aérage* dans cette branche, par son action indirecte sur $\mathcal{R}_e$.

Signification de h_{im}.

Ainsi qu'on le voit sur la figure 23, le demi-champ externe des points A et B passe tout entier par h_{em}, et h_{em} n'est pas autre chose que la force aéromotrice moyenne des ventilateurs principaux, pondérée proportionnellement aux débits qu'ils brassent, lorsqu'ils sont multiples et que leurs forces aéromotrices sont différentes.

Il n'en est pas du tout de même pour le demi-champ *interne* qui ne passe que pour *seulement une partie* de son débit par la source interne h_i lorsque l'on choisit pour branche à stabiliser une autre branche que la plus voisine de celle de l'incendie.

Dans le cas de la figure 23, c'est-à-dire lorsque le sens de circulation est *normal* dans la branche *pq*, h_{im} a pour valeur, selon la définition :

$$h_{im} = h_i \frac{q_b}{q_a + q_b}$$

Donc, alors que h_{em} sera toujours du même ordre de grandeur que les forces aéromotrices des ventilateurs principaux, h_{im} au contraire pourra être très inférieur à h_i.

On doit alors se demander quel sera l'effet d'une variation de résistance apportée à une branche latérale de la zone interne telle que *pq* de la figure 23, sur la formule fondamentale, puisque par exemple une augmentation de résistance aura pour conséquence de faire augmenter à la fois h_{im} et $\mathcal{R}_i$.

La formule fondamentale pouvant s'écrire aussi :

$$\frac{h_{em}}{\mathcal{R}_e} > \frac{h_{im}}{\mathcal{R}_i}$$

il faut donc déterminer l'effet d'une variation de résistance des latérales sur le rapport $h_{im}/\mathcal{R}_i$.

Soit le réseau de la zone interne selon figure 24; on a, selon la définition :

$$\mathcal{R}_i = \frac{h_{im} + \Delta H}{q_i^2} \quad \text{ou}$$

$$q_i^2 = \frac{h_{im} + \Delta H}{\mathcal{R}_i}$$

$$h_{im} = h_i \frac{q_3}{q_i}$$

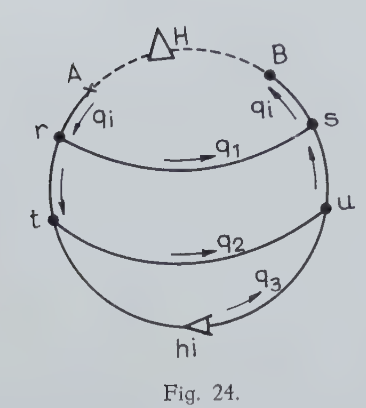


Fig. 24.

L'augmentation de résistance d'une branche latérale quelconque *rs*, ou *tu*, aura, d'après les propriétés générales des réseaux, les conséquences suivantes :

— diminution de q_i et augmentation de q_3 donc
— *augmentation de* h_{im}
— *augmentation de* ΔH.

Il en résulte que, d'après la formule

$$q_i^2 = \frac{h_{im} + \Delta H}{\mathcal{R}_i}$$

comme q_i diminue, h_{im} et ΔH augmentant chacun pour soi, $h_{im}/\mathcal{R}_i$ *diminue.*

$h_{im}/\mathcal{R}_i$ est donc une fonction *décroissante* des résistances des branches latérales.

Si nous faisons croître les résistances de toutes les branches latérales jusqu'à l'infini (branches barrées hermétiquement), $h_{im}/\mathcal{R}_i$ tendra vers la valeur h_i/R_i,

R_i étant la *résistance classique* du circuit principal du foyer d'incendie entre les points A et B.

Ainsi pour toute valeur non nulle des résistances des branches latérales internes :

$$\frac{h_{im}}{\mathcal{R}_i} > \frac{h_i}{R_i}$$

h_i/R_i étant la valeur minimale possible de $h_{im}/\mathcal{R}_i$, atteinte pour une obturation *totale de tous* les circuits latéraux internes.

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

ADMINISTRATION DES MINES

PERSONNEL

Situation au 1er janvier 1968

I. — CORPS DES INGENIEURS DES MINES

Numéro d'ordre	NOMS ET INITIALES des PRENOMS	Date de naissance	Date à prendre en considération pour le calcul de l' ancienneté de grade	ancienneté de service	Affectation de service
	A. SECTION D'ACTIVITE				
	Directeur général des mines				
	Vandenheuvel (A.), C. ✠, C. ♔, O. ⚜, ☆ 1re cl., ☆ D. 1re cl., MC D. 1re cl., (40), C. Ordre « Au Mérite de la République italienne »	19-10-1906	1-12-1955	1-11-1930	—
	Inspecteurs généraux des mines				
	Logelain (G.), C. ♔, C. ⚜, O. ✠, ☆ 1re cl., MC D. 2e cl., (40), D.S.P. 2e cl., C. Ordre Etoile Noire, O. Ordre « Au Mérite de la République italienne », O.C.C.L.	4- 4-1907	1- 5-1956	1-11-1931	Inspection générale
	Cools (G.), C. ♔, O. ✠, O. ⚜, ☆ 1re cl.	18- 9-1904	1- 3-1967	31-12-1930	Service central
	Linard de Guertechin (A.), C. ⚜, ✠, ☆ 1re cl.	3- 7-1907	1- 3-1967	31-12-1930	Service central
	Directeurs divisionnaires des mines				
1	Laurent (J.), C. ♔, C. ⚜, ✠, ☆ 1re cl., (40), (P.G.)	12- 9-1905	1- 4-1955	1- 8-1930	Div. Ht
»	Demelenne (E.), C. ♔, O. ✠, ☆ 1re cl., MC D. 2e cl., MC D. 2e classe avec barette	29- 9-1904	1- 2-1956	31-12-1930	Inst. nat. Mines (1)
»	Sténuit (R.), C. ⚜, ✠, ♔, MC 1re cl., (40), (P.G.), D.S.P. 2me cl., Ch. Ordre « Au Mérite de la République Italienne »	10-12-1907	1- 6-1959	1-11-1934	Service central
»	Dehing (I.), O. ✠, ♔, MC 1re cl.	15- 6-1907	1- 6-1959	1- 3-1937	Service des Explosifs (2)
2	Delrée (H.), C. ⚜, ✠, MC 1re cl., MC D. 1re cl.	1-11-1911	1- 6-1959	1- 5-1942	Div. Lg.

(1) Directeur de l'Institut national des Mines.
(2) Chef du Service des Explosifs.

Numéro d'ordre	NOMS ET INITIALES des PRENOMS	Date de naissance	Date à prendre en considération pour le calcul de l' ancienneté de grade	Date à prendre en considération pour le calcul de l' ancienneté de service	Affectation de service
	Ingénieurs en chef-directeurs des mines				
1	Tréfois (A.), O. ✠, O. ✤, ♛, ☆ 1re cl., (40)	5-11-1906	1- 4-1955	31-12-1930	Div. Ht
2	Van Malderen (J.), O. ✠, O. ✤, [M.C] 1re cl., C. Ordre du Phénix, Ch. Ordre « Au Mérite de la République italienne »	13- 2-1913	1- 5-1956	30-11-1937	Inspection générale
3	Durieu (M.), O. ✠ ☆ 1re cl., (40), (P.G.) .	24- 2-1907	1-11-1956	1-11-1931	Div. Lg.
4	Vaes (A.), O. ✠, O. ♛, ☆ 1re cl.	18- 8-1907	1- 7-1957	1-11-1931	Div. Ht (1)
5	Anique (M.), O. ✠, ♛, [M.C] 1re cl., (40), (R.)	10- 1-1915	1- 7-1957	1- 5-1942	Div. Ht
6	Médaets (J.), O. ✤, (R.)	1-12-1922	1- 1-1959	1-12-1946	Div. Campine
»	Delmer (A,), O. ✠, ♛, [M.C] 1re cl.	18- 3-1916	1- 5-1959	1- 5-1942	Serv. Géolog. (2)
7	Callut (H.), O. ✠, [M.C] 1re cl.	20- 3-1908	1- 5-1959	1- 7-1943	Div. Ht (3)
8	Stassen (J.), O. ✤	24- 7-1922	1- 1-1960	1-12-1946	Div. Lg.
9	Grégoire (H.), O. ✤, (40), (R.)	19-12-1922	1- 1-1962	1- 1-1948	Div. Campine
10	Frenay (C.)	23- 3-1927	16-12-1967	15- 1-1951	Div. Ht
	Ingénieurs principaux divisionnaires des mines				
1	Ruy (L.), ✠	26- 7-1924	1- 2-1956	1-12-1946	Div. Ht
»	Tondeur (A.), O. ✤, ✠, ♛, [M.C] 1re cl., [M.C] D. 3e cl., (40), (R.), Croix du Prisonnier Politique	15- 3-1908	1-11-1956	1-12-1942	Service central
2	Perwez (L.), ✠	27- 2-1922	1- 1-1958	1-12-1945	Div. Lg. (4)
3	Snel (M.), ✠, Ch. de l'Ordre Royal du Lion .	25- 5-1921	1- 5-1959	1-12-1946	Div. Ht (5)
4	Laurent (V.), ✠	18- 5-1922	1- 5-1959	1-12-1946	Div. Lg.
5	Fradcourt (R.), ✠, [M.C] D. 2e cl.	10- 3-1923	1- 5-1959	1- 2-1947	Div. Ht
6	Mignion (G.), ✠	23-11-1922	1- 5-1959	1-11-1947	Div. Ht
7	Moureau (J.), ✠	3- 9-1920	1- 5-1959	1- 1-1948	Div. Ht
8	Josse (J.), ✠, ♛, O. ✤	9- 9-1915	1- 5-1959	1- 7-1948	Div. Ht
9	Cajot (P.), ✠, M.V. (40), (40), (R.) . . .	4- 1-1924	1- 5-1959	1- 4-1949	Div. Lg.
10	Put (I.), ✠	30- 6-1924	1- 5-1959	1- 4-1949	Div. Lg.
»	Bracke (J.)	17- 5-1926	1- 4-1960	15- 1-1951	Inst. nat. Mines
11	Deckers (F.), ✠	19-11-1925	1- 5-1962	1- 5-1953	Div. Campine
»	Goffart (P.)	2- 3-1929	16- 7-1962	16- 7-1953	Serv. des Explosifs
	Ingénieurs principaux des mines				
1	Fraipont (R.)	16-10-1924	1- 9-1967	10-10-1949	Div. Lg.
2	Vrancken (A.)	18- 3-1927	1- 9-1967	1- 3-1952	Div. Lg.
3	Dupont (L.)	26- 8-1932	1- 9-1967	31- 5-1955	Div. Ht
4	Denteneer (A.)	14-12-1929	1- 9-1967	1- 3-1957	Div. Campine (6)
5	Vandergoten (P.)	17-12-1932	1- 9-1967	1-10-1958	Div. Campine
	Ingénieurs des mines				
1	Cazier (J.), Ingénieur principal à titre honorifique	24- 1-1925	1- 3-1952	1- 3-1952	Div. Ht
2	Petitjean (M.), Ingénieur principal à titre honorifique	19-2-1927	31-12-1954	31-12-1954	Div. Lg.
»	Mainil (P.), Ingénieur principal à titre honorifique	1- 1-1932	1- 1-1956	1- 1-1956	Service central
3	de Groot (E.)	26- 9-1930	1- 7-1959	1- 7-1959	Div. Campine
4	Rzonzef (L.)	15-10-1931	1- 7-1959	1- 7-1959	Div. Lg.
5	Verschroeven (J.-B.)	16- 7-1932	1- 7-1959	1- 7-1959	Div. Campine
6	Comilia (M.)	1-11-1934	1- 7-1959	1- 7-1959	Div. Lg.
7	Prive (A.)	11- 6-1935	1- 2-1960	1- 2-1960	Div. Ht
8	Van Gucht (G.)	11- 5-1936	1- 2-1960	1- 2-1960	Div. Campine
9	Debacker (J.)	21-12-1934	1- 6-1963	1- 6-1963	Div. Ht
10	Sartenaer (J.)	29- 6-1929	15- 6-1963	15- 6-1963	Div. Lg.
11	Ciavoli (R.)	21- 8-1938	16- 9-1965	1- 6-1965	Div. Ht

(1) Détaché au Service géologique de Belgique.
(2) Chef du Service géologique de Belgique.
(3) Détaché à l'Institut national des mines.
(4) Ingénieur en chef-directeur des mines ff.
(5) Détaché auprès des Services du Premier Ministre.
(6) Ingénieur principal divisionnaire des mines ff.

Numéro d'ordre	NOMS ET INITIALES des PRENOMS	Date de naissance	Date à prendre en considération pour le calcul de l' ancienneté de grade	ancienneté de service	Affectation de service
	B. SECTION DE DISPONIBILITE				
	Directeur divisionnaire des mines				
	Grosjean (A.), C. ♔, C. ⚜, O. ✠, ☆ 1re cl. . .	18- 6-1903	1- 4-1955	1- 4-1928	
	Ingénieurs en chef-directeurs des mines				
	Boulet (L.), O. ✠, [MC] 1re cl., [MC] D. 2e cl., D.S.P. 1e cl., C. Ordre du Mérite Social de France, C.C.C.L., C. Ordre d'Orange-Nassau, C. Ordre « Au Mérite de la République Italienne », C. Ordre du Phénix	22- 6-1907	1- 7-1946	31-12-1930	(1)
	Van Kerckhoven (H.), O. ⚜, ✠, (40)	17- 3-1914	1- 5-1955	1- 9-1937	
	Leclercq (J.), O. ✠, ♔, [MC] 1re cl., ⚔ (40), (40), [MC] D. 3e cl.	5- 6-1915	1- 5-1959	1- 7-1943	
	Ingénieurs principaux et Ingénieurs des mines				
	Bourgeois (W.), ✠, Ingénieur principal	19- 5-1907	31-12-1930	31-12-1930	
	Brison (L.), ✠, ☆ D. 1re cl. avec barette, (40), (R), Ingénieur principal	22-12-1907	31-12-1930	31-12-1930	
	Hakin (R.), Ingénieur principal à titre honorifique .	16- 6-1926	31- 5-1955	31- 5-1955	

C. INGENIEURS DES MINES A LA RETRAITE

Meyers (A.), G.O. ⚜, C. ✠, C. ♔, ☆ 1re cl., [MC] D. 2e cl., ⚔ (14), ⚔ (40), Vict., (14), (F.), (R.), (40), M.V.C., D.S.P. 1re cl., (30), C. Ordre « Au Mérite de la République italienne », Directeur général des mines.
Anciaux (H.), C. ✠, C. ♔, ☆ 1re cl., O.P.R., C. C.I., D.S.P. 1re cl., Inspecteur général des mines.
Fréson (H.), G.O. ⚜, C. ✠, C. ♔, ☆ 1re cl., D.S.P. 2e cl., Inpecteur général des mines.
Thonnart (P.), C. ✠, C. ♔, ☆ 1re cl., (14), D.S.P. 1re cl., Directeur divisionnaire des mines.
Hoppe (R.), C. ✠, C. ♔, ☆ 1re cl., [MC] D. 2e cl., ⚔ (14), Vict., (14), D.S.P. 2e cl., (30), ✲, Directeur divisionnaire des mines.
Masson (R.), C. ✠, C. ♔, ☆ 1re cl., ⚔ (14), Vict., (14), Directeur divisionnaire des mines.
Fripiat (J.), C. ✠, C. ♔, ☆ 1re cl., Directeur divisionnaire des mines.
Venter (J.), C. ✠, C. ♔, C. ⚜, ☆ 1re cl., ⚔ (14), Vict., (14), (F.), Directeur divisionnaire des mines.
Gérard (P.), C. ✠, C. ⚜, ☆ 1re cl., [MC] D. 2e cl., (40), O. Ordre des Palmes académiques de la République Française, Directeur divisionnaire des mines.
Pieters (J.), G. O. ⚜, C. ✠, C. ♔, ☆ 1re cl., Ingénieur en chef-directeur des mines.
Corin (F.), O. ✠, ☆ 1re cl., Chevalier de l'Ordre Royal du Lion, Médaille de service en argent (Congo), Ingénieur en chef-directeur des mines.
Radelet (E.), C. ⚜, O. ✠, ♔, ☆ 1re cl., (40), Ingénieur en chef-directeur des mines.
Pasquasy (L.), O. ✠, ♔, ☆ 1re cl., [MC] D. 2e cl., (40), Ingénieur en chef-directeur des mines.
Janssens (G.), C. ⚜, O. ✠, ♔, ☆ 1re cl., (40), Ingénieur en chef-directeur des mines.
Martiat (V.), O. ⚜, ✠, ♔, [MC] 1re cl., (40), (P.G.), Ingénieur principal des mines.

D. INGENIEURS DES MINES CONSERVANT LE TITRE HONORIFIQUE DE LEUR GRADE

Fourmarier (P.), G. O. ♔, C. ✠, ☆ 1re cl., (30), O. Ordre Royal du Lion, C.N., (40), (R), Com. C.I., Com. C.R., ✲, W. M., Officier de l'Instruction publique de France, O.O.A., Ingénieur en chef-directeur des mines.
Dehasse (L.), C. ♔, O. ✠, [MC] 1re cl., 2 [MC] D. 1re cl., (30), Croix du Mérite en or de la République polonaise, Ordre du Dragon de Chine, Ingénieur en chef-directeur des mines.
Demeure de Lespaul (Ch.), G.O. ♔, G.O. ⚜, O. ✠, ☆ 1re cl., Ingénieur principal des mines.

(1) Directeur général du Fonds national de retraite des ouvriers mineurs.

NOMS ET INITIALES des PRENOMS	Date de naissance	Date à prendre en considération pour le calcul de l' ancienneté de grade	ancienneté de service	Affectation de service

FONCTIONNAIRES ET AGENTS

A. ADMINISTRATION CENTRALE

Vincent (M.), O.✠, ♛, ☆ 1re cl., (40), (P.G.), D.S.P. 1re cl., Directeur	19-11-1910	1- 1-1959	1- 4-1929	Service central
Legrand (R.), ✠, Géologue principal	27-10-1917	1- 9-1967	16- 9-1947	Serv. Géologique
Gulinck (M.), ✠, MC 1re cl., Géologue principal	27- 9-1917	1- 9-1967	16-11-1950	Serv. Géologique
Graulich (J.), ✠, M.V. (40), Géologue principal	4- 5-1920	1- 9-1967	1-11-1952	Serv. Géologique
Bouckaert (J.), Géologue	8- 3-1930	1- 4-1960	1- 1-1959	Serv. Géologique
Paepe (R.), Géologue	13-10-1934	1- 6-1964	1- 6-1964	Serv. Géologique
Fierens (W.), MC 1re cl., Secrétaire d'administration	30- 3-1920	1- 1-1955	16- 3-1941	Service central
Van Hoomissen (J.), MC 1re cl., Secrétaire d'administration	4- 8-1912	1- 5-1966	31-12-1936	Service Explosifs
Mosbeux (E.), MC 1re cl., Secrétaire d'administration	14- 5-1922	1- 5-1966	1- 3-1941	Service central
Glaude (A.), (40), (R.), Secrétaire d'administration	27- 6-1918	1- 5-1966	1- 9-1947	Service central
Van Helleputte (M.), Secrétaire d'administration	6- 3-1933	1- 5-1966	1-10-1957	Service central
Van Wichelen (P.), Géomètre des mines de 1re classe	11-10-1927	1- 7-1962	31-10-1958	Serv. Géologique
Lussot (N.), MC 1re cl., (40), Sous-chef de bureau	21- 5-1912	1- 1-1953	11-10-1934	Service central
Godard (D.), (R), Sous-chef de bureau	15- 2-1923	1- 2-1957	18- 8-1947	Serv. Géologique
Panneels (R.), MC 1re cl., (40), Sous-chef de bureau	10-10-1909	1- 3-1960	1- 1-1945	Serv. Géologique
Vray (L.), (40), (R.), Sous-chef de bureau à titre de principalat	15- 6-1926	1- 8-1964	6- 5-1946	Service central
Theys (A.), Sous-chef de bureau à titre de principalat	13- 7-1917	1- 8-1964	1- 3-1950	Serv. Géologique
Audin (C.), Sous-chef de bureau à titre de principalat	23-10-1924	1- 4-1966	31- 5-1943	Service central
Vastiau (M.), Sous-chef de bureau à titre de principalat	27- 7-1920	1- 4-1966	16- 6-1949	Serv. Géologique
Gueur (J.), Rédacteur	28- 7-1932	1- 3-1962	1- 3-1952	Service central
Blondeel (J.), Rédacteur	29- 8-1924	1- 9-1965	3- 4-1945	Serv. Géologique
Mertens (L.), Rédacteur	10- 1-1926	1- 9-1962	16-10-1961	Service central (1)
Martens (M.), Chevalier de l'Ordre Royal du Lion, Rédacteur	25- 3-1921	8- 5-1963	6-12-1962	Service central
De Vulder (I.), Rédacteur	22-11-1938	1- 7-1963	3- 5-1960	Service central
Spruyt (L.), Rédacteur	9- 5-1938	1- 5-1966	1- 1-1957	Service central
Fostier (J.), Rédacteur	15- 3-1940	1- 5-1966	2- 5-1959	Service central
De Roeck H.), Commis-sténodactylographe secrétaire	10-10-1926	1- 1-1968	1- 9-1944	Service central
Leemans (A.), Commis principal	10- 5-1929	1- 4-1964	19- 4-1948	Service central
Baptist (M.), MC 1re cl., Commis-sténodactylographe	2- 8-1908	10- 2-1936	10- 2-1936	Serv. Géologique
Claessens (G.), MC 1re cl., Préparateur-technicien	13- 5-1914	1- 1-1946	1- 2-1945	Serv. Géologique
Vandenplas (J.), Préparateur-technicien	26- 7-1922	1- 6-1959	18- 6-1945	Serv. Géologique
Verdoodt (F.), Commis	12- 6-1928	1- 1-1962	2- 9-1946	Service central
Van Herck (I.), Commis	15-11-1936	1- 1-1965	8- 3-1960	Service central
Pynnaert (L.), (40), M.V. (40), Préparateur-technicien	5- 6-1924	1-12-1953	1- 1-1950	Serv. Géologique
Cousin (Y.), Commis-sténodactylographe	1- 2-1927	1- 2-1962	2- 5-1952	Service central
De Craemer (F.), Commis	3- 4-1939	1- 9-1962	21- 3-1960	Service central
Raepsaet (F.), Commis	28- 6-1943	31-10-1963	31-10-1963	Service central
Michel (Y.), Commis-dactylographe	21-12-1945	1- 4-1965	2- 1-1963	Service central
Baudoin (J.), Commis-dactylographe	5-10-1946	1- 1-1965	21- 4-1964	Service central
Verleysen (Y.), Commis-dactylographe	24- 9-1946	1- 1-1965	1- 8-1964	Service central
Stein (H.), MC 2e cl., Préparateur-technicien	21- 5-1921	1- 5-1966	1- 5-1940	Serv. Géologique
Dumont (H.), Préparateur	2- 1-1905	1- 3-1960	12-12-1944	Serv. Géologique
Schepens (R.), Préparateur à titre de principalat	12- 3-1918	1- 8-1964	16- 4-1947	Serv. Géologique
Van Keer (M.), Classeur	28- 3-1926	1-12-1953	1- 6-1945	Serv. Géologique
Hébette (V.), MC 2e cl., (R.), (40), Classeur	10- 6-1909	1- 5-1966	8-12-1941	Serv. Géologique

(1) Détaché au Ministère des Travaux Publics.

NOMS ET INITIALES des PRENOMS	Date de naissance	Date à prendre en considération pour le calcul de l' ancienneté de grade	ancienneté de service	Affectation de service
B. SERVICES EXTERIEURS				
Géomètres-vérificateurs des mines				
Pere (G.), ♔, ☆ 1re cl.	10-12-1907	1- 1-1959	1- 2-1931	Inspect. générale
Salmon (S.), ♔, MC 1re cl.	18-12-1912	1- 1-1959	1-10-1934	Div. Ht
Claude (E.), MC 1re cl., (40), (P.G.)	18- 1-1921	1- 1-1959	1- 6-1937	Div. Ht
Lucas (H.), MC 1re cl., (40), (P.G.)	6- 8-1919	1- 4-1961	1- 3-1943	Div. Lg.
Conducteurs des mines				
Droushoudt (L.)	12- 9-1938	16- 8-1963	16- 8-1963	Div. Campine
Celis (S.)	22- 7-1931	1- 6-1964	1- 6-1964	Div. Campine
Verlinden (A.)	6- 4-1939	1- 3-1965	1- 6-1964	Div. Campine
Géomètres des mines de 1re classe				
Dor (L.),	6- 5-1924	1- 7-1962	18- 3-1947	Div. Lg.
Van Lishout (A.)	24-10-1930	1- 7-1962	31-10-1950	Div. Campine
Defoin (E.)	7- 5-1928	1- 7-1962	1- 6-1954	Div. Ht
Moraux (H.)	25-11-1923	1- 7-1962	1- 9-1955	Div. Lg.
Suray (G.)	30- 1-1933	1- 7-1962	1-10-1956	Div. Ht
Casterman (P.)	4- 1-1929	1- 7-1962	1- 4-1960	Div. Ht
Bertrand (O.)	5- 7-1934	1- 7-1962	1- 4-1960	Div. Lg.
Bernard (J.)	3- 2-1930	1- 7-1962	1- 8-1961	Div. Lg.
Géomètre des mines				
Briers (F.)	5- 2-1936	1- 5-1966	1-10-1956	Div. Campine
Agent technique des mines				
Burton (G.)	28- 9-1933	1- 1-1960	1- 1-1960	Div. Ht
Personnel administratif				
Barbette (R.), MC 1re cl., (40), (R.), Secrétaire d'administration	2-10-1922	1- 5-1966	15- 3-1948	Div. Lg.
Maquet (L.), MC 1re cl., Sous-chef de bureau	21- 6-1917	1- 1-1951	1- 2-1941	Div. Lg.
Roseau (R.), Sous-chef de bureau	19- 4-1922	1- 2-1953	1-10-1949	Div. Ht
Lepage (A.), Sous-chef de bureau	6-10-1919	1- 1-1954	1- 8-1949	Div. Ht
Miot (E.), MC 1re cl., (40), (R.), Sous-chef de bureau à titre de principalat	2- 4-1919	1- 8-1964	9- 6-1942	Div. Ht
Herbillon (P.), (40), M.V. (40), Sous-chef de bureau à titre de principalat	16- 1-1926	1-12-1967	1- 2-1947	Div. Lg.
De Coster (C.), Rédacteur	24- 3-1927	1- 2-1965	29- 6-1946	Div. Campine
Saudoyez (H.), Rédacteur	7- 8-1922	1-12-1953	28- 7-1943	Div. Ht
Marchand (D.), Rédacteur	17- 7-1925	1- 5-1966	8- 5-1950	Div. Lg.
Mambourg (G.), Commis-sténodactylographe principal	28- 3-1929	1- 5-1962	2- 9-1946	Inspect. générale
Warnier (G.), ☆ 2e cl., MC 1re cl., (40), (P.G.), Commis principal	15- 8-1909	1- 2-1956	15- 2-1931	Div. Lg.
Toussaint (M.), MC 1re cl., Commis principal	15- 1-1920	1- 2-1956	2- 5-1946	Div. Ht
Snappe (G.), Commis-sténodactylographe	27- 9-1922	1- 1-1951	18-11-1948	Div. Ht
Blondiaux (H.), MC 1re cl., Commis	19- 7-1920	1- 1-1951	16- 7-1945	Div. Ht
Frankinet (M.), Commis	22- 3-1927	1- 1-1951	21- 8-1945	Div. Lg.
Verougstraete (W.), (40), M.V. (40), W.M., ⊛, Commis	17-11-1926	1- 1-1951	30-11-1946	Div. Campine
Cardon (E.), Commis	16- 1-1924	1-12-1953	1- 3-1951	Div. Ht
Nijpels (M.), Commis-dactylographe	29- 9-1921	1- 1-1951	27- 9-1949	Div. Lg.
Cheruy (A.), Commis-dactylographe	30- 9-1936	1- 9-1956	1- 9-1956	Div. Ht
Neusy (L.), Commis-dactylographe	13- 9-1927	1- 9-1958	1- 6-1956	Div. Ht

NOMS ET INITIALES des PRENOMS	Date de naissance	Date à prendre en considération pour le calcul de l' ancienneté de grade	ancienneté de service	Affectation de service
Haumont (F.), Commis-sténodactylographe . . .	14- 9-1933	16- 3-1959	1- 4-1958	Div. Lg.
Schnoeck (J.), Commis-dactylographe	25- 6-1941	16- 3-1959	16- 3-1959	Div. Lg.
Puyneers (I.), Commis-dactylographe	26- 1-1940	1-11-1959	18- 2-1958	Div. Campine
Lefebvre (L.), Commis-sténodactylographe	21- 3-1941	9- 5-1960	9- 5-1960	Div. Ht
Brenez (J.), Commis-dactylographe	6- 9-1941	16- 5-1960	16- 5-1960	Div. Ht
Van Simpsen (J.), Commis	17- 4-1946	1-11-1964	16- 8-1962	Div. Campine
Goor (J.), Commis-dactylographe	10- 6-1933	1- 2-1965	1-11-1951	Div. Campine
D'Exelle (M.), Classeur	16- 1-1934	1- 5-1966	9- 7-1962	Div. Campine

NOMS ET INITIALES des PRENOMS	Date de naissance	Dernière date d'entrée en fonctions	Dates de nomination	Affectation de service
		Délégués-ouvriers à l'inspection des mines		
Andreatta (E.), D.S.I. 2e cl.	11- 4-1921	1- 7-1959	1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Div. Ht
Boeykens (R.), M.C D. 3e cl., D.S.I. 1re cl. . . .	8- 2-1923	1-12-1958	1-12-1958	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Div. Lg.
Burgeon (M.), D.S.I. 1re cl.	4- 5-1926	1- 7-1955	1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Div. Ht
Camal (H.), D.S.I. 1re cl.	13-11-1921	1-10-1955	1-10-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Div. Lg.
Cesaroni (C.), D.S.I. 2e cl.	17- 2-1921	1- 7-1959	1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Div. Ht
Clukers (H.), D.S.I. 1re cl.	5- 8-1913	1-10-1953	1-10-1953	
			1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Div. Lg.
De Blauwe (A.), M.C D. 3e cl., Médaille d'Or de l'Ordre de Léopold II	4- 2-1919	1- 7-1951	1- 7-1951	
			1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Div. Ht
Defacq (A.), D.S.I. 1re cl.	4- 3-1913	1- 7-1959	1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Div. Ht
Deltenre (H.), Médaille d'Or Ordre Léopold II, Palmes d'Or Ordre Couronne	22- 6-1912	1-12-1956	1-12-1956	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Div. Ht
Dufrasne (J.), D.S.I. 1re cl.	25-11-1920	1-10-1957	1-10-1957	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Div. Ht

NOMS ET INITIALES des PRENOMS	Date de naissance	Dernière date d'entrée en fonctions	Dates de nomination	Affectation de service
Fosse (E.), D.S.I. 1re cl.	24- 1-1921	1- 7-1955	1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Ht
Goethals (J.), Médaille d'Or Ordre Léopold II, Palmes d'Or de l'Ordre de la Couronne	22- 1-1913	1- 9-1958	1- 9-1958 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Ht
Hasselin (F.), D.S.I. 1re cl., (40)	30- 3-1924	1- 7-1955	1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Ht
Huysmans (F.), Médaille d'Or Ordre Léopold II, Palmes d'Or Ordre Couronne	25- 9-1911	1- 7-1950	1- 7-1950 1- 7-1951 1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Campine
Knops (V.), (40), M.V. (40), [MC] 3e cl., D.S.I. 2e cl.	10- 7-1924	1- 7-1963	1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Campine
Libaers (A.), D.S.I. 1re cl.	4-12-1923	1- 7-1963	1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Campine
Maes (P.), D.S.I. 2e cl.	18-10-1913	1- 7-1959	1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Campine
Melotte (F.), D.S.I. 1re cl.	29- 9-1921	1- 3-1959	1- 3-1959 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Campine
Petit (T.), Médaille d'Or Ordre Léopold II, Palmes d'Or Ordre Couronne, (40), (P.G.)	4- 9-1915	1- 7-1955	1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Lg.
Piet (R.), ⊛ 2e cl., D.S.I. 1re cl.	24-10-1919	1- 7-1959	1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Ht
Renkin (F.), [MC] 2e cl., D.S.I. 1re cl.	4- 2-1923	1- 8-1956	1- 8-1956 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Lg.
Salvador (A.), D.S.I. 2e cl.	19-12-1920	1- 7-1959	1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Lg.
Sandron (J.), Médaille d'Or de l'Ordre de Léopold II	1- 1-1914	1- 7-1947	1- 7-1947 1- 7-1951 1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Ht
Sauvenière (G.), D.S.I. 1re cl.	10- 8-1916	1- 7-1951	1- 7-1951 1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Ht
Soyeur (L.), D.S.I. 2e cl., (40), (R.)	17-12-1911	1- 7-1959	1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Lg.

NOMS ET INITIALES des PRENOMS	Date de naissance	Dernière date d'entrée en fonctions	Dates de nomination	Affectation de service
Van Wambeke (O.), Médaille d'Or Ordre Léopold II, Palmes d'Or Ordre de la Couronne, (40), (R.)	2- 5-1915	1- 7-1955	1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Ht
Vigneron (F.), Médaille d'Or Ordre Léopold II, Palmes d'Or de l'Ordre de la Couronne	25- 5-1914	1- 7-1947	1- 7-1947 1- 7-1951 1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Lg.
Vignocchi (E.), D.S.I. 2e cl.	10- 4-1930	1- 7-1959	1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Ht
Warnier (A.), Médaille d'Or Ordre Léopold II	30- 7-1916	1- 7-1950	1- 7-1950 1- 7-1951 1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Lg.
Wauquiez (F.), D.S.I. 1re cl.	28- 5-1918	1- 5-1953	1- 5-1953 1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Div. Ht

Délégués-ouvriers à l'inspection des minières et des carrières

NOMS ET INITIALES des PRENOMS	Date de naissance	Dernière date d'entrée en fonctions	Dates de nomination	Affectation de service
Brisack (J.), D.S.I. 2e cl., (40), (R.)	19- 5-1918	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Ht
D'Eer (H.)	21- 2-1927	1- 1-1967	1- 1-1967	Div. Campine
Lambion (P.)	5- 5-1921	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Lg.
Lebegge (J.)	12- 9-1921	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Campine
Marcq (M.), D.S.I. 2e cl.	13- 1-1922	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Ht
Martin (A.)	23- 3-1920	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Lg.
Ninane (V.)	10-11-1926	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Lg.
Nys (V.)	7- 3-1924	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Ht
Pinson (A.), (R.)	3- 6-1920	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Lg.
Renard (G.), (40)	15- 3-1922	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Lg.
Robinet (R.), (40), (R.)	8-10-1920	1- 1-1967	1- 1-1967	Div. Lg.
Ronveaux (R.)	14-11-1926	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Lg.
Stevens (J.)	7- 6-1924	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Campine
Taminiau (M.), D.S.I. 2e cl.	2- 1-1921	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Ht
Tits (G.)	6- 4-1923	1- 1-1963	1- 1-1963 1- 1-1967	Div. Lg.

EXPLICATIONS DES ABREVIATIONS ET SIGNES REPRESENTATIFS DES ORDRES ET DECORATIONS

Abréviations.

Inspection Générale	Insp. Générale
Division du Hainaut	Div. Ht
Division de Liège	Div. Lg.
Division de Campine	Div. Campine
Institut national des mines	Inst. nat mines

Décorations nationales.

Ordre de Léopold : Chevalier	✠
— Officier	O. ✠
— Commandeur	C. ✠
— Grand Officier	G. O. ✠
Ordre de la Couronne : Chevalier	♛
— Officier	O. ♛
— Commandeur	C. ♛
— Grand Officier	G. O. ♛
Ordre de Léopold II : Chevalier	⚜
— Officier	O. ⚜
— Commandeur	C. ⚜
— Grand Officier	G. O. ⚜
Croix civique pour années de service	☆
Croix civique pour acte de dévouement	☆ D.
Croix de guerre 1914-1918	⚔ (14)
Croix de guerre 1940	⚔ (40)
Croix du feu	(F.)
Médaille commémorative de la guerre 1914-1918	(14)
Médaille commémorative de la guerre 1940-1945	(40)
Médaille de la Victoire	Vict.
Médaille de l'Yser	Yser
Médaille du Volontaire Combattant 1914-1918	M. V. C.
Médaille du Volontaire de 1940-1945	M. V. (40)
Médaille du Prisonnier de Guerre	(P.G.)
Médaille de la Résistance	(R.)
Médaille du Centenaire	(30)
Médaille civique pour années de service	[M.C.]
Médaille civique pour actes de dévouement	[M.C.] D.
Médaille commémorative du Comité National de Secours et d'Alimentation	C. N.
Décoration militaire	✪
Décoration spéciale de prévoyance	D. S. P.
Décoration spéciale (industrielle)	D. S. I.
Décoration spéciale (mutualité)	D. S. M.

Décorations étrangères.

Légion d'Honneur : Chevalier	✲
— Officier	O. ✲
— Commandeur	C. ✲
Ordre de Polonia Restituta (Pologne)	P. R.
Ordre de la Couronne d'Italie	C. I.
Ordre du British Empire	B. E.
Ordre de la Couronne de Chêne (G.-D. Luxembourg)	C. C. L.
Ordre de Charles III (Espagne)	C. III
Ordre de la Couronne de Roumanie	C. R.
Ordre de l'Ouissam Alaouite (Maroc)	O. A.
British War Medal	W. M.

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

ADMINISTRATIE VAN HET MIJNWEZEN

PERSONEEL

Toestand op 1 januari 1968

I. — KORPS DER RIJKSMIJNINGENIEURS

Rang-nummer	NAMEN EN BEGINLETTERS van de VOORNAMEN	Geboorte-datum	Datum in aanmerking te nemen voor de berekening van: graad-anciënniteit	dienst-anciënniteit	Dienst waartoe zij behore
	A. IN WERKELIJKE DIENST				
	Directeur-generaal der mijnen				
	Vandenheuvel (A.), C. ✠, C. ♛, O. ✠, ☆ 1e kl., ☆ M. 1e kl., MC M. 1e kl., (40), C. Orde « Au Mérite de la République italienne »	19-10-1906	1-12-1955	1-11-1930	—
	Inspecteurs-generaal der mijnen				
	Logelain (G.), C. ♛, C. ✠, O. ✠, ☆ 1e kl., MC M. 2e kl., (40), B.V.Z. 2e kl., C. Orde Zwarte Ster, O. Orde « Au Mérite de la République italienne », O.E.L.	4- 4-1907	1- 5-1956	1-11-1931	Algem. Inspect
	Cools (G.), C. ♛, O. ✠, O. ✠, ☆ 1e kl.	18- 9-1904	1- 3-1967	31-12-1930	Centrale Diens
	Linard de Guertechin (A.), C. ✠, ✠, ☆ 1e kl.	3- 7-1907	1- 3-1967	31-12-1930	Centrale Diens
	Divisiedirecteurs der mijnen				
1	Laurent (J.), C. ♛, C. ✠, ✠, ☆ 1e kl., (40), (KG)	12- 9-1905	1- 4-1955	1- 8-1930	Afd. Hg.
»	Demelenne (E.), C. ♛, O. ✠, ☆ 1e kl., MC M. 2e kl., MC M. 2e kl. met baret	29- 9-1904	1- 2-1956	31-12-1930	Nat. Mijninst. (
»	Sténuit (R.), C. ✠, ✠, ♛, MC 1e kl., (40), (K.G.), B.V.Z. 2e kl., R. Orde « Au Mérite de la République Italienne »	10-12-1907	1- 6-1959	1-11-1934	Centrale Diens
	Dehing (I.), O. ✠, ♛, MC 1e kl.	15- 6-1907	1- 6-1959	1- 3-1937	Dienst der Springstoffen (
2	Delrée (H.), C. ✠, ✠, MC 1e kl., MC M. 1e kl.	1-11-1911	1- 6-1959	1- 5-1942	Afd. Luik

(1) Directeur van het Nationaal Mijninstituut

(2) Hoofd van de Dienst der Springstoffen.

nummer	NAMEN EN BEGINLETTERS van de VOORNAMEN	Geboorte-datum	Datum in aanmerking te nemen voor de berekening van graad-anciënniteit	Datum in aanmerking te nemen voor de berekening van dienst-anciënniteit	Dienst waartoe zij behoren
	Hoofdingenieurs-directeur der mijnen				
1	Tréfois (A.), O. ✠, O. ✠, ♔, ☆ 1e kl., (40)	5-11-1906	1- 4-1955	31-12-1930	Afd. Hg.
2	Van Malderen (J.), O. ✠, O. ✠, [MC] 1e kl., C. Ordre du Phénix, Ridder Orde « Au Mérite de la République italienne »	13- 2-1913	1- 5-1956	30-11-1937	Algem. Inspectie
3	Durieu (M.), O. ✠ ☆ 1e kl., (40), (K.G.)	24- 2-1907	1-11-1956	1-11-1931	Afd. Luik
4	Vaes (A.), O. ✠, O. ♔, ☆ 1e kl.	18- 8-1907	1- 7-1957	1-11-1931	Afd. Hg. (1)
5	Anique (M.), O. ✠, ♔, [MC] 1e kl., (40), (W.)	10- 1-1915	1- 7-1957	1- 5-1942	Afd. Hg.
6	Médaets (J.), O. ✠, (W.)	1-12-1922	1- 1-1959	1-12-1946	Afd. Kempen
»	Delmer (A,), O. ✠, ♔, [MC] 1e kl.	18- 3-1916	1- 5-1959	1- 5-1942	Aard. Dienst (2)
7	Callut (H.), O. ✠, [MC] 1e kl.	20- 3-1908	1- 5-1959	1- 7-1943	Afd. Hg. (3)
8	Stassen (J.), O. ✠	24- 7-1922	1- 1-1960	1-12-1946	Afd. Luik
9	Grégoire (H.), O. ✠, (40), (W.)	19-12-1922	1- 1-1962	1- 1-1948	Afd. Kempen
0	Frenay (C.)	23- 3-1927	16-12-1967	15- 1-1951	Afd. Hg.
	Eerstaanwezende divisiemijningenieurs				
1	Ruy (L.), ✠	26- 7-1924	1- 2-1956	1-12-1946	Afd. Hg.
»	Tondeur (A.), O. ✠, ✠, ♔, [MC] 1e kl., [MC] M. 3e kl., (40), (W.), Kruis van de Politieke Gevangene	15- 3-1908	1-11-1956	1-12-1942	Centrale Dienst
2	Perwez (L.), ✠	27- 2-1922	1- 1-1958	1-12-1945	Afd. Luik (4)
3	Snel (M.), ✠, Ridder Koninklijke Orde van de Leeuw	25- 5-1921	1- 5-1959	1-12-1946	Afd. Hg. (5)
4	Laurent (V.), ✠	18- 5-1922	1- 5-1959	1-12-1946	Afd. Luik
5	Fradcourt (R.), ✠, [MC] M. 2e kl.	10- 3-1923	1- 5-1959	1- 2-1947	Afd. Hg.
6	Mignion (G.), ✠	23-11-1922	1- 5-1959	1-11-1947	Afd. Hg.
7	Moureau (J.), ✠	3- 9-1920	1- 5-1959	1- 1-1948	Afd. Hg.
8	Josse (J.), ✠, ♔, O. ✠	9- 9-1915	1- 5-1959	1- 7-1948	Afd. Hg.
9	Cajot (P.), ✠, M.V. (40), (40), (W.)	4- 1-1924	1- 5-1959	1- 4-1949	Afd. Luik
0	Put (I.), ✠	30- 6-1924	1- 5-1959	1- 4-1949	Afd. Luik
»	Bracke (J.)	17- 5-1926	1- 4-1960	15- 1-1951	Nat. Mijninst.
11	Deckers (F.), ✠	19-11-1925	1- 5-1962	1- 5-1953	Afd. Kempen
»	Goffart (P.)	2- 3-1929	16- 7-1962	16- 7-1953	Dienst Springstoffen
	Eerstaanwezende mijningenieurs				
1	Fraipont (R.)	16-10-1924	1- 9-1967	10-10-1949	Afd. Luik
2	Vrancken (A.)	18- 3-1927	1- 9-1967	1- 3-1952	Afd. Luik
3	Dupont (L.)	26- 8-1932	1- 9-1967	31- 5-1955	Afd. Hg.
4	Denteneer (A.)	14-12-1929	1- 9-1967	1- 3-1957	Afd. Kempen (6)
5	Vandergoten (P.)	17-12-1932	1- 9-1967	1-10-1958	Afd. Kempen
	Mijningenieurs				
1	Cazier (J.), eershalve e.a. mijningenieur	24- 1-1925	1- 3-1952	1- 3-1952	Afd. Hg.
2	Petitjean (M.), eershalve e.a. mijningenieur	19-2-1927	31-12-1954	31-12-1954	Afd. Luik
«	Mainil (P.), eershalve e.a. mijningenieur	1- 1-1932	1- 1-1956	1- 1-1956	Centrale Dienst
3	de Groot (E.)	26- 9-1930	1- 7-1959	1- 7-1959	Afd. Kempen
4	Rzonzef (L.)	15-10-1931	1- 7-1959	1- 7-1959	Afd. Luik
5	Verschroeven (J.-B.)	16- 7-1932	1- 7-1959	1- 7-1959	Afd. Kempen
6	Comilia (M.)	1-11-1934	1- 7-1959	1- 7-1959	Afd. Luik
7	Prive (A.)	11- 6-1935	1- 2-1960	1- 2-1960	Afd. Hg.
8	Van Gucht (G.)	11- 5-1936	1- 2-1960	1- 2-1960	Afd. Kempen
9	Debacker (J.)	21-12-1934	1- 6-1963	1- 6-1963	Afd. Hg.
0	Sartenaer (J.)	29- 6-1929	15- 6-1963	15- 6-1963	Afd. Luik
1	Ciavoli (R.)	21- 8-1938	16- 9-1965	1- 6-1965	Afd. Hg.

Gedetacheerd bij de Aardkundige Dienst van België.
Hoofd van de Aardkundige Dienst van België.
Gedetacheerd bij het Nationaal Mijninstituut.

(4) Wd. hoofdingenieur-directeur der mijnen.
(5) Gedetacheerd bij de Diensten van de Eerste Minister.
(6) Wd. eerstaanwezend divisiemijningenieur.

NAMEN EN BEGINLETTERS van de VOORNAMEN	Geboorte-datum	Datum in aanmerking te nemen voor de berekening van graad-anciënniteit	dienst-anciënniteit	Dienst waartoe zij behore[n]
B. TER BESCHIKKING GESTELDEN				
Divisiedirecteur der mijnen				
Grosjean (A.), C. ♕, C. ✠, O. ✠, ☆ 1e kl. . .	18- 6-1903	1- 4-1955	1- 4-1928	
Hoofdingenieurs-directeur der mijnen				
Boulet (L.), O. ✠, [MC] 1e kl., [MC] M. 2e kl., B.V.Z. 1e kl., C. Ordre du Mérite Social de France C.E.L., C. Orde van Oranje-Nassau, C. Orde « Au Mérite de la République Italienne », C. Ordre du Phénix	22- 6-1907	1- 7-1946	31-12-1930	(1)
Van Kerckhoven (H.), O. ✠, ✠, (40)	17- 3-1914	1- 5-1955	1- 9-1937	
Leclercq (J.), O. ✠, ♕, [MC] 1e kl., ⚔ (40), (40), [MC] M. 3e kl.	5- 6-1915	1- 5-1959	1- 7-1943	
Eerstaanwezende mijningenieurs en mijningenieurs				
Bourgeois (W.), ✠, E. a. Ingenieur	19- 5-1907	31-12-1930	31-12-1930	
Brison (L.), ✠, ☆ M. 1e kl. met baret, (40), (W), E. a. Ingenieur	22-12-1907	31-12-1930	31-12-1930	
Hakin (R.), eershalve e.a. mijningenieur	16- 6-1926	31- 5-1955	31- 5-1955	

C. OP RUST GESTELDE MIJNINGENIEURS

Meyers (A.), G. O. ✠, C. ✠, C. ♕, ☆ 1e kl., [MC] M. 2e kl., ⚔ (14), ⚔ (40), O.W., (14), (V.K.), (W.), (40 M.S.V., B.V.Z. 1e kl., (30), C. Orde « Au Mérite de la République italienne », Directeur-generaal der mijnen.

Anciaux (H.), C. ✠, C. ♕, ☆ 1e kl., O.P.R., Ridd. K.I., B.V.Z. 1e kl., Inspecteur-generaal der mijnen.

Fréson (H.), G.O. ✠, C. ✠, C. ♕, ☆ 1e kl., B.V.Z. 2e kl., Inspecteur-generaal der mijnen.

Thonnart (P), C. ✠, C. ♕, ☆ 1e kl., (14), B.V.Z. 1e kl., Divisiedirecteur der mijnen.

Hoppe (R.), C. ✠, C. ♕, ☆ 1e kl., [MC] M. 2e kl., ⚔ (14), O. W., (14), B.V.Z. 2e kl., (30), ✲, Divisiedirecteur der mijnen.

Masson (R.), C. ✠, C. ♕, ☆ 1e kl., ⚔ (14), O.W., (14), Divisiedirecteur der mijnen.

Fripiat (J.), C. ✠, C. ♕, ☆ 1e kl., Divisiedirecteur der mijnen.

Venter (J.), C. ✠, C. ♕, C. ✠, ☆ 1e kl., ⚔ (14), O.W., (14), (V.K.), Divisiedirecteur der mijnen.

Gérard (P.), C. ✠, C. ✠, ☆ 1e kl., [MC] M. 2e kl., (40), O. der Ordre des Palmes académiques de la République Française, Divisiedirecteur des mijnen.

Pieters (J.), G. O. ✠, C. ✠, C. ♕, ☆ 1e kl., Hoofdingenieur-directeur der mijnen.

Corin (F.), O. ✠, ☆ 1e kl., Ridder Koninklijke Orde van de Leeuw, Zilveren Dienstmedaille (Kongo), Hoofd-ingenieur-directeur der mijnen.

Radelet (E.), C. ✠, O. ✠, ♕, ☆ 1e kl., (40), Hoofdingenieur-directeur der mijnen.

Pasquasy (L.), O. ✠, ♕, ☆ 1e kl., [MC] M. 2e kl., (40), Hoofdingenieur-directeur der mijnen.

Janssens (G.), C. ✠, O. ✠, ♕, ☆ 1e kl., (40), Hoofdingenieur-directeur der mijnen.

Martiat (V.), O. ✠, ✠, ♕, [MC] 1e kl., (40), (K.G.), E. a. mijningenieur.

D. MIJNINGENIEURS DIE DE ERETITEL VAN HUN GRAAD BEHOUDEN

Fourmarier (P.), G. O. ♕, C. ✠, ☆ 1e kl., (30), O. Koninklijke Orde van de Leeuw, M.H.V., (40), (W), Com K.I., Com. K.R., ✲, W.M., Officier van het Frans Openbaar Onderwijs, O.O.A., Hoofdingenieur-directeur der mijnen.

Dehasse (L.), C. ♕, O. ✠, [MC] 1e kl., 2 [MC] M. 1e kl., (30), Gouden Medaille voor Verdiensten van de Pools Republiek, Orde van de Chinese Draak, Hoofdingenieur-directeur der mijnen.

Demeure de Lespaul (Ch.), G.O. ♕, G.O. ✠, O. ✠, ☆ 1e kl., E. a. mijningenieur.

(1) Directeur-generaal van het Nationaal Pensioenfonds voor Mijnwerkers.

NAMEN EN BEGINLETTERS van de VOORNAMEN	Geboortedatum	Datum in aanmerking te nemen voor de berekening van graad-anciënniteit	dienst-anciënniteit	Dienst waartoe zij behoren

AMBTENAREN EN BEAMBTEN

A. HOOFDBESTUUR

incent (M.), O. ✠, ♕, ☆ 1e kl., (40), (K.G.), B.V.Z. 1e kl., Directeur	19-11-1910	1- 1-1959	1- 4-1929	Centrale Dienst
egrand (R.), ✠, Eerstaanwezend Geoloog	27-10-1917	1- 9-1967	16- 9-1947	Aardkund. Dienst
ulinck (M.), ✠, M.C. 1e kl., Eerstaanwezend Geoloog	27- 9-1917	1- 9-1967	16-11-1950	Aardkund. Dienst
raulich (J.), ✠, M.V. (40), Eerstaanwezend Geoloog	4- 5-1920	1- 9-1967	1-11-1952	Aardkund. Dienst
ouckaert (J.), Geoloog	8- 3-1930	1- 4-1960	1- 1-1959	Aardkund. Dienst
aepe (R.), Geoloog	13-10-1934	1- 6-1964	1- 6-1964	Aardkund. Dienst
ierens (W.), M.C. 1e kl., Bestuurssecretaris	30- 3-1920	1- 1-1955	16- 3-1941	Centrale Dienst
an Hoomissen (J.), M.C. 1e kl., Bestuurssecretaris	4- 8-1912	1- 5-1966	31-12-1936	Dienst Springstoffen
losbeux (E.), M.C. 1e kl., Bestuurssecretaris	14- 5-1922	1- 5-1966	1- 3-1941	Centrale Dienst
laude (A.), (40), (W.), Bestuurssecretaris	27- 6-1918	1- 5-1966	1- 9-1947	Centrale Dienst
an Helleputte (M.), Bestuurssecretaris	6- 3-1933	1- 5-1966	1-10-1957	Centrale Dienst
an Wichelen (P.), Mijnmeter 1e kl.	11-10-1927	1- 7-1962	31-10-1958	Aardkund. Dienst
ussot (N.), M.C. 1e kl., (40), Onderbureauchef	21- 5-1912	1- 1-1953	11-10-1934	Centrale Dienst
odard (D.), (W), Onderbureauchef	15- 2-1923	1- 2-1957	18- 8-1947	Aardkund. Dienst
anneels (R.), M.C. 1e kl., (40), Onderbureauchef	10-10-1909	1- 3-1960	1- 1-1945	Aardkund. Dienst
ray (L.), (40), (W.), Onderbureauchef bij wijze van principalaat	15- 6-1926	1- 8-1964	6- 5-1946	Centrale Dienst
heys (A.), Onderbureauchef bij wijze van principalaat	13- 7-1917	1- 8-1964	1- 3-1950	Aardkund. Dienst
udin (C.), Onderbureauchef bij wijze van principalaat	23-10-1924	1- 4-1966	31- 5-1943	Centrale Dienst
astiau (M.), Onderbureauchef bij wijze van principalaat	27- 7-1920	1- 4-1966	16- 6-1949	Aardkund. Dienst
ueur (J.), Opsteller	28- 7-1932	1- 3-1962	1- 3-1952	Centrale Dienst
londeel (J.), Opsteller	29- 8-1924	1- 9-1965	3- 4-1945	Aardkund. Dienst
ertens (L.), Opsteller	10- 1-1926	1- 9-1962	16-10-1961	Centrale Dienst (1)
lartens (M.), Ridder Koninklijke Orde van de Leeuw, Opsteller	25- 3-1921	8- 5-1963	6-12-1962	Centrale Dienst
e Vulder (I.), Opsteller	22-11-1938	1- 7-1963	3- 5-1960	Centrale Dienst
pruyt (L.), Opsteller	9- 5-1938	1- 5-1966	1- 1-1957	Centrale Dienst
ostier (J.), Opsteller	15- 3-1940	1- 5-1966	2- 5-1959	Centrale Dienst
e Roeck (H.), Klerk-steno-typiste-secretaris	10-10-1926	1- 1-1968	1- 9-1944	Centrale Dienst
eemans (A.), Eerste klerk	10- 5-1929	1- 4-1964	19- 4-1948	Centrale Dienst
aptist (M.), M.C. 1e kl., Klerk-steno-typiste	2- 8-1908	10- 2-1936	10- 2-1936	Aardkund. Dienst
laessens (G.), M.C. 1e kl., Amanuensis-technicus	13- 5-1914	1- 1-1946	1- 2-1945	Aardkund. Dienst
andenplas (J.), Amanuensis-technicus	26- 7-1922	1- 6-1959	18- 6-1945	Aardkund. Dienst
erdoodt (F.), Klerk	12- 6-1928	1- 1-1962	2- 9-1946	Centrale Dienst
an Herck (I.), Klerk	15-11-1936	1- 1-1965	8- 3-1960	Centrale Dienst
ynnaert (L.), (40), M.V. (40), Amanuensis-technicus	5- 6-1924	1-12-1953	1- 1-1950	Aardkund. Dienst
ousin (Y.), Klerk-steno-typiste	1- 2-1927	1- 2-1962	2- 5-1952	Centrale Dienst
e Craemer (F), Klerk	3- 4-1939	1- 9-1962	21- 3-1960	Centrale Dienst
aepsaet (F.), Klerk	28- 6-1943	31-10-1963	31-10-1963	Centrale Dienst
lichel (Y.), Klerk-typiste	21-12-1945	1- 4-1965	2- 1-1963	Centrale Dienst
audoin (J.), Klerk-typiste	5-10-1946	1- 1-1965	21- 4-1964	Centrale Dienst
erleysen (Y.), Klerk-typiste	24- 9-1946	1- 1-1965	1- 8-1964	Centrale Dienst
tein (H.), M.C. 2e kl., Amanuensis-technicus	21- 5-1921	1- 5-1966	1- 5-1940	Aardkund. Dienst
umont (H.), Amanuensis	2- 1-1905	1- 3-1960	12-12-1944	Aardkund. Dienst
chepens (R.), Amanuensis bij wijze van principalaat	12- 3-1918	1- 8-1964	16- 4-1947	Aardkund. Dienst
an Keer (M.), Klasseerder	28- 3-1926	1-12-1953	1- 6-1945	Aardkund. Dienst
ébette (V.), M.C. 2e kl., (W.), (40), Klasseerder	10- 6-1909	1- 5-1966	8-12-1941	Aardkund. Dienst

) Gedetacheerd bij het Ministerie van Openbare Werken.

NAMEN EN BEGINLETTERS van de VOORNAMEN	Geboorte-datum	Datum in aanmerking te nemen voor de berekening van		Dienst waartoe zij behoren
		graad-anciënniteit	dienst-anciënniteit	

B. BUITENDIENSTEN

Mijnmeters-verificateur

Pere (G.), ♔, ☆ 1e kl.	10-12-1907	1- 1-1959	1- 2-1931	Alg. Inspectie
Salmon (S.), ♔, [M.C.] 1e kl.	18-12-1912	1- 1-1959	1-10-1934	Afd. Hg.
Claude (E.), [M.C.] 1e kl., (40), (K.G.)	18- 1-1921	1- 1-1959	1- 6-1937	Afd. Hg.
Lucas (H.), [M.C.] 1e kl., (40), (K.G.)	6- 8-1919	1- 4-1961	1- 3-1943	Afd. Luik

Mijnconducteurs

Droushoudt (L.)	12- 9-1938	16- 8-1963	16- 8-1963	Afd. Kempen
Celis (S.)	22- 7-1931	1- 6-1964	1- 6-1964	Afd. Kempen
Verlinden (A.)	6- 4-1939	1- 3-1965	1- 6-1964	Afd. Kempen

Mijnmeters 1e klasse

Dor (L.),	6- 5-1924	1- 7-1962	18- 3-1947	Afd. Luik
Van Lishout (A.)	24-10-1930	1- 7-1962	31-10-1950	Afd. Kempen
Defoin (E.)	7- 5-1928	1- 7-1962	1- 6-1954	Afd. Hg.
Moraux (H.)	25-11-1923	1- 7-1962	1- 9-1955	Afd. Luik
Suray (G.)	30- 1-1933	1- 7-1962	1-10-1956	Afd. Hg.
Casterman (P.)	4- 1-1929	1- 7-1962	1- 4-1960	Afd. Hg.
Bertrand (O.)	5- 7-1934	1- 7-1962	1- 4-1960	Afd. Luik
Bernard (J.)	3- 2-1930	1- 7-1962	1- 8-1961	Afd. Luik

Mijnmeter

Briers (F.)	5- 2-1936	1- 5-1966	1-10-1956	Afd. Kempen

Technisch Mijnbeambte

Burton (G.)	28- 9-1933	1- 1-1960	1- 1-1960	Afd. Hg.

Administratief personeel

Barbette (R.), [M.C.] 1e kl., (40), (W.), Bestuurssecretaris	2-10-1922	1- 5-1966	15- 3-1948	Afd. Luik
Maquet (L.), [M.C.] 1e kl., Onderbureauchef	21- 6-1917	1- 1-1951	1- 2-1941	Afd. Luik
Roseau (R.), Onderbureauchef	19- 4-1922	1- 2-1953	1-10-1949	Afd. Hg.
Lepage (A.), Onderbureauchef	6-10-1919	1- 1-1954	1- 8-1949	Afd. Hg.
Miot (E.), [M.C.] 1e kl, (40), (W.), Onderbureauchef bij wijze van principalaat	2- 4-1919	1- 8-1964	9- 6-1942	Afd. Hg.
Herbillon (P.), (40), M.V. (40), Onderbureauchef bij wijze van principalaat	16- 1-1926	1-12-1967	1- 2-1947	Afd. Luik
De Coster (C.), Opsteller	24- 3-1927	1- 2-1965	29- 6-1946	Afd. Kempen
Saudoyez (H.), Opsteller	7- 8-1922	1-12-1953	28- 7-1943	Afd. Hg.
Marchand (D.), Opsteller	17- 7-1925	1- 5-1966	8- 5-1950	Afd. Luik
Mambourg (G.), Eerste klerk-steno-typiste	28- 3-1929	1- 5-1962	2- 9-1946	Alg. Inspectie
Warnier (G.), ☆ 2e kl., [M.C.] 1e kl., (40), (K.G.), Eerste klerk	15- 8-1909	1- 2-1956	15- 2-1931	Afd. Luik
Toussaint (M.), [M.C.] 1e kl., Eerste klerk	15- 1-1920	1- 2-1956	2- 5-1946	Afd. Hg.
Snappe (G.), Klerk-steno-typiste	27- 9-1922	1- 1-1951	18-11-1948	Afd. Hg.
Blondiaux (H.), [M.C.] 1e kl., Klerk	19- 7-1920	1- 1-1951	16- 7-1945	Afd. Hg.
Frankinet (M.), Klerk	22- 3-1927	1- 1-1951	21- 8-1945	Afd. Luik
Verougstraete (W.), (40), M.V. (40), W.M., ⊛, Klerk	17-11-1926	1- 1-1951	30-11-1946	Afd. Kempen
Cardon (E.), Klerk	16- 1-1924	1-12-1953	1- 3-1951	Afd. Hg.
Nypels (M.), Klerk-typiste	29- 9-1921	1- 1-1951	27- 9-1949	Afd. Luik
Cheruy (A.), Klerk-typiste	30- 9-1936	1- 9-1956	1- 9-1956	Afd. Hg.
Neusy (L.), Klerk-typiste	13- 9-1927	1- 9-1958	1- 6-1956	Afd. Hg.

NAMEN EN BEGINLETTERS van de VOORNAMEN	Geboorte-datum	Datum in aanmerking te nemen voor de berekening van		Dienst waartoe zij behoren
		graad-anciënniteit	dienst-anciënniteit	
umont (F.), Klerk-steno-typiste	14- 9-1933	16- 3-1959	1- 4-1958	Afd. Luik
noeck (J.), Klerk-typiste	25- 6-1941	16- 3-1959	16- 3-1959	Afd. Luik
neers (I.), Klerk-typiste	26- 1-1940	1-11-1959	18- 2-1958	Afd. Kempen
ebvre (L.), Klerk-steno-typiste	21- 3-1941	9- 5-1960	9- 5-1960	Afd. Hg.
enez (J.), Klerk-typiste	6- 9-1941	16- 5-1960	16- 5-1960	Afd. Hg.
n Simpsen (J.), Klerk	17- 4-1946	1-11-1964	16- 8-1962	Afd. Kempen
or (J.), Klerk-typiste	10- 6-1933	1- 2-1965	1-11-1951	Afd. Kempen
Exelle (M.), Klasseerder	16- 1-1934	1- 5-1966	9- 7-1962	Afd. Kempen

NAMEN EN BEGINLETTERS van de VOORNAMEN	Geboorte-datum	Laatste datum van indiensttreding	Datum van benoeming	Dienst waartoe zij behoren
Afgevaardigden-werklieden bij het toezicht in de steenkolenmijnen				
dreatta (E.), B.N.E. 2e kl.	11- 4-1921	1- 7-1959	1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Afd. Hg.
eykens (R.), MC M. 3e kl., B.N.E. 1e kl.	8- 2-1923	1-12-1958	1-12-1958 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Afd. Luik
rgeon (M.), B.N.E. 1e kl.	4- 5-1926	1- 7-1955	1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Afd. Hg.
mal (H.), B.N.E. 1e kl.	13-11-1921	1-10-1955	1-10-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Afd. Luik
saroni (C.), B.N.E. 2e kl.	17- 2-1921	1- 7-1959	1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Afd. Hg.
ukers (H.), B.N.E. 1e kl.	5- 8 1913	1-10-1953	1-10-1953 1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Afd. Luik
e Blauwe (A.), MC M. 3e kl., Gouden Medaille Orde Leopold II	4- 2-1919	1- 7-1951	1- 7-1951 1- 7-1955 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Afd. Hg.
efacq (A.), B.N.E. 1e kl.	4- 3-1913	1- 7-1959	1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Afd. Hg.
eltenre (H.), Gouden Medaille Orde Leopold II, Gouden Palmen van de Kroonorde	22- 6-1912	1-12-1956	1-12-1956 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Afd. Hg.
ufrasne (J.), B.N.E. 1e kl.	25-11-1920	1-10-1957	1-10-1957 1- 7-1959 1- 7-1963 1- 7-1967	Afd. Hg.

NAMEN EN BEGINLETTERS van de VOORNAMEN	Geboorte-datum	Datum in aanmerking te nemen voor de berekening van: graad-anciënniteit	dienst-anciënniteit	Dienst waartoe zij behore
Fosse (E.), B.N.E. 1e kl.	24- 1-1921	1- 7-1955	1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Hg.
Goethals (J.), Gouden Medaille Orde Leopold II, Gouden Palmen van de Kroonorde	22- 1-1913	1- 9-1958	1- 9-1958	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Hg.
Hasselin (F.), B.N.E. 1e kl., (40)	30- 3-1924	1- 7-1955	1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Hg.
Huysmans (F.), Gouden Medaille Orde Leopold II, Gouden Palmen van de Kroonorde	25- 9-1911	1- 7-1950	1- 7-1950	
			1- 7-1951	
			1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Kempen
Knops (V), (40), M.V. (40), MC 3e kl., B.N.E. 2e kl.	10- 7-1924	1- 7-1963	1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Kempen
Libaers (A.), B.N.E. 1e kl.	4-12-1923	1- 7-1963	1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Kempen
Maes (P.), B.N.E. 2e kl.	18-10-1913	1- 7-1959	1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Kempen
Melotte (F.), B.N.E. 1e kl.	29- 9-1921	1- 3-1959	1- 3-1959	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Kempen
Petit (T.), Gouden Medaille Orde Leopold II, Gouden Palmen van de Kroonorde, (40), (K.G.)	4- 9-1915	1- 7-1955	1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Luik
Piet (R.), ⊛ 2e kl., B.N.E. 1e kl.	24-10-1919	1- 7-1959	1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Hg.
Renkin (F.), MC 2e kl., B.N.E. 1e kl.	4- 2-1923	1- 8-1956	1- 8-1956	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Luik
Salvador (A.), B.N.E. 2e kl.	19-12-1920	1- 7-1959	1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Luik
Sandron (J.), Gouden Medaille Orde Leopold II	1- 1-1914	1- 7-1947	1- 7-1947	
			1- 7-1951	
			1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Hg.
Sauvenière (G.), B.N.E. 1e kl.	10- 8-1916	1- 7-1951	1- 7-1951	
			1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Hg.
Soyeur (L.), B.N.E. 2e kl, (40), (W.)	17-12-1911	1- 7-1959	1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Luik

NAMEN EN BEGINLETTERS van de VOORNAMEN	Geboorte-datum	Laatste datum van indiensttreding	Datum van benoeming	Dienst waartoe zij behoren
Van Wambeke (O.), Gouden Medaille Orde Leopold II, Gouden Palmen van de Kroonorde, (40), (W.)	2- 5-1915	1- 7-1955	1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Hg.
Vigneron (F.), Gouden Medaille Orde Leopold II, Gouden Palmen van de Kroonorde	25- 5-1914	1- 7-1947	1- 7-1947	
			1- 7-1951	
			1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Luik
Vignocchi (E.), B.N.E. 2e kl.	10- 4-1930	1- 7-1959	1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Hg.
Warnier (A.), Gouden Medaille Orde Leopold II .	30- 7-1916	1- 7-1950	1- 7-1950	
			1- 7-1951	
			1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Luik
Wauquiez (F.), B.N.E. 1e kl.	28- 5-1918	1- 5-1953	1- 5-1953	
			1- 7-1955	
			1- 7-1959	
			1- 7-1963	
			1- 7-1967	Afd. Hg.

Afgevaardigden-werklieden bij het toezicht in de groeven en graverijen

NAMEN EN BEGINLETTERS van de VOORNAMEN	Geboorte-datum	Laatste datum van indiensttreding	Datum van benoeming	Dienst waartoe zij behoren
Brisack (J.), B.N.E. 2e kl., (40), (W.)	19- 5-1918	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Hg.
			1- 1-1967	
D'Eer (H.)	21- 2-1927	1- 1-1967	1- 1-1967	Afd. Kempen
Lambion (P.)	5- 5-1921	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Luik
			1- 1-1967	
Lebegge (J.)	12- 9-1921	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Kempen
			1- 1-1967	
Marcq (M.), B.N.E. 2e kl.	13- 1-1922	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Hg.
			1- 1-1967	
Martin (A.)	23- 3-1920	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Luik
			1- 1-1967	
Ninane (V.)	10-11-1926	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Luik
			1- 1-1967	
Nys (V.)	7- 3-1924	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Hg.
			1- 1-1967	
Pinson (A.), (W.)	3- 6-1920	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Luik
			1- 1-1967	
Renard (G.), (40)	15- 3-1922	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Luik
			1- 1-1967	
Robinet (R.), (40), (W.)	8-10-1920	1- 1-1967	1- 1-1967	Afd. Luik
Ronveaux (R.)	14-11-1926	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Luik
			1- 1-1967	
Stevens (J.)	7- 6-1924	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Kempen
			1- 1-1967	
Taminiau (M.), B.N.E. 2e kl.	2- 1-1921	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Hg.
			1- 1-1967	
Tits (G.)	6- 4-1923	1- 1-1963	1- 1-1963	Afd. Luik
			1- 1-1967	

VERKLARING DER AFKORTINGEN EN DER HERKENNINGSTEKENS VAN RIDDERORDEN EN DECORATIES

Afkortingen

Algemene Inspectie	Alg. Inspectie
Afdeling Henegouwen	Afd. Hg.
Afdeling Luik	Afd. Luik
Afdeling van de Kempen	Afd. Kempen
Nationaal Mijninstiuut	Nat. Mijninstit.

Nationale Eretekens

Leopoldsorde : Ridder	✠
— Officier	O. ✠
— Commandeur	C. ✠
— Grootofficier	G. O. ✠
Kroonorde : Ridder	♔
— Officier	O. ♔
— Commandeur	C. ♔
— Grootofficier	G. O. ♔
Orde van Leopold II : Ridder	[symbol]
— Officier	O. [symbol]
— Commandeur	C. [symbol]
— Grootofficier	G. O. [symbol]
Burgerlijk kruis (dienstjaren)	☆
Burgerlijk kruis voor daden van moed en zelfopoffering .	☆ M.
Oorlogskruis 1914-1918	⚔ (14)
Oorlogskruis 1940	⚔ (40)
Vuurkruis	(V.K.)
Herinneringsmedaille van de Oorlog 1914-1918 . .	(14)
Herinneringsmedaille van de Oorlog 1940-1945 . .	(40)
Overwinningsmedaille	O. W.
Yzerkruis	Yz.
Medaille van de Strijder-Vrijwilliger 1914-1918 . .	M. S. V.
Medaille van de Vrijwilliger 1940-1945	M. V. (40)
Medaille van de Krijgsgevangene	(K.G.)
Weerstandsmedaille	(W.)
Herinneringsmedaille van het Eeuwfeest	(30)
Burgerlijke Medaille (dienstjaren)	[M.C]
Burgerlijke Medaille voor daden van moed en zelfopoffering	[M.C] M.
Herinneringsmedaille van het Nationaal Hulp- en Voedingscomité	M. H. V.
Militair ereteken	⊛
Bijzonder Voorzorgsereteken	B. V. Z.
Bijzonder Nijverheidsereteken	B. N. E.
Bijzonder Mutualiteitsereteken	B. M. E.

Buitenlandse eretekens

Frankrijk Erelegioen : Ridder	✱
— Officier	O. ✱
— Commandeur	C. ✱
Orde van Polonia Restituta	P. R.
Orde van de Kroon van Italië	K. I.
Orde van het Britse Rijk	B. E.
Orde van de Eikenkroon (Luxemburg)	E. L.
Orde van Karel III (Spanje)	K. III
Orde van de Kroon van Roemenië	K. R.
Orde van Oeïssam Alaoeïte (Marokko)	O. A.
Britse Oorlogsmedaille	W. M.

REPARTITION DU PERSONNEL ET DU SERVICE DES MINES

Noms et adresses des fonctionnaires

(1er janvier 1968)

ADMINISTRATION CENTRALE

26, rue Demot, Bruxelles 4 — Tél. : 35.80.50

MM. VANDENHEUVEL, A., directeur général des mines, avenue P. Curie, 84, Bruxelles 5.

COOLS, G., inspecteur général des mines, avenue E. Plasky, 75, Bruxelles 4.

LINARD de GUERTECHIN A., inspecteur général des mines, rue des Compagnons, 11, Mons.

STENUIT, R., directeur divisionnaire des mines, Bevrijdingslaan, 66, Rhode-St-Genèse.

TONDEUR, A., ingénieur principal divisionnaire des mines, avenue des Frères Goemaere, 71, Bruxelles 16.

MAINIL, P., ingénieur principal des mines, Boulevard Louis Mettewie, 69, Bruxelles 8.

VINCENT, M., directeur, rue Joseph Schuermans, 5, Bruxelles 9.

FIERENS, W., traducteur-reviseur ff., Guido Gezellelaan, 5, Kessel-Lo.

MOSBEUX, E., secrétaire d'administration, avenue des dix Arpents, 52, Bruxelles 15.

GLAUDE, A., secrétaire d'administration, rue de Linthout, 14, Bruxelles 4.

VAN HELLEPUTTE, M., secrétaire d'administration, Guilleminlaan, 51, Grammont.

Service des Explosifs.

26, rue Demot, Bruxelles 4 — Tél. : 35.80.50

MM. DEHING I., directeur divisionnaire des mines, chef du Service des Explosifs, Drève du Château, 45, Ganshoren.

GOFFART P., ingénieur principal divisionnaire des mines, Reigerlaan, 7, Sterrebeek.

VAN HOOMISSEN J., secrétaire d'administration, Leeuwlantstraat, 49, Deurne.

VERDELING VAN HET PERSONEEL EN VAN DE DIENST VAN HET MIJNWEZEN

Namen en adressen der ambtenaren.

(1 januari 1968)

HOOFDBESTUUR

Demotstraat, 26, Brussel 4 — Tel. : 35.80.50

de HH. VANDENHEUVEL, A., directeur-generaal der mijnen, P. Curielaan, 84, Brussel 5.

COOLS, G., inspecteur-generaal der mijnen, E. Plaskylaan, 75, Brussel 4.

LINARD de GUERTECHIN A., inspecteur-generaal der mijnen, rue des Compagnons, 11, Bergen.

STENUIT, R., divisiedirecteur der mijnen, Bevrijdingslaan, 66, St-Genesius-Rode.

TONDEUR, A., e.a. divisiemijningenieur, Gebroeders Goemaerelaan, 71, Brussel 16.

MAINIL, P., e.a. mijningenieur, Louis Mettewielaan, 69, Brussel 8.

VINCENT, M., directeur, Joseph Schuermansstraat, 5, Brussel 9.

FIERENS, W., wd. vertaler-revisor, Guido Gezellelaan, 5, Kessel-Lo.

MOSBEUX, E., bestuurssecretaris, Tien Dagwandlaan, 52, Brussel 15.

GLAUDE, A., bestuurssecretaris, Linthoutstraat, 14, Brussel 4.

VAN HELLEPUTTE, M., bestuurssecretaris, Guilleminlaan, 51, Geraardsbergen.

Dienst der Springstoffen.

Demotstraat, 26, Brussel 4 — Tel. : 35.80.50

de HH. DEHING I., divisiedirecteur der mijnen, hoofd van de Dienst der Springstoffen, Kasteeldreef, 45, Ganshoren.

GOFFART P., e.a. divisiemijningenieur, Reigerlaan, 7, Sterrebeek.

VAN HOOMISSEN J., bestuurssecretaris, Leeuwlantstraat, 49, Deurne.

Service géologique de Belgique.

13, rue Jenner, à Bruxelles 4 — Tél. : 49.20.94

MM. DELMER, A., ingénieur en chef-directeur des mines, chef du Service Géologique de Belgique, avenue Colonel Daumerie, 16, Bruxelles 16.

VAES, A., ingénieur en chef-directeur des mines, square Baron Bouvier, 2, Bruxelles 6 (1).

LEGRAND, R., géologue principal, rue Capitaine Joubert, 22, Bruxelles 4.

GULINCK, M., géologue principal, Prinsendreef, 5, Kortenberg.

GRAULICH, J.M., géologue principal, rue de Campine, 180, Liège.

BOUCKAERT, J., géologue, Livingstonelaan, 7, Tervuren

PAEPE, R., géologue, rue du Mont St-Alban, 30, Bruxelles 2.

Institut National des Mines

60, rue Grande, à Pâturages — Tél. : 623.43 - 631.49

MM. DEMELENNE, E., directeur divisionnaire des mines, directeur de l'Institut National des mines, rue des Canadiens, 63, Nimy.

CALLUT, H., ingénieur en chef-directeur des mines, rue Grande, 60, Pâturages (1).

BRACKE, J., ingénieur principal divisionnaire des mines, rue Emile Vandervelde, 88, Cuesmes.

(1) Détaché de la Division du Hainaut.

Aardkundige Dienst van België.

Jennerstraat, 13, te Brussel 4 — Tel. : 49.20.94

de HH. DELMER, A., hoofdingenieur-directeur der mijnen, hoofd van de Aardkundige Dienst van België, Kolonel Daumerielaan, 16, Brussel 16.

VAES, A., hoofdingenieur-directeur der mijnen, Baron Bouviersquare, 2, Brussel 6 (1).

LEGRAND, R., e.a. geoloog, Kapitein Joubertstraat, 22, Brussel 4.

GULINCK, M., e.a. geoloog, Prinsendreef, 5, Kortenberg.

GRAULICH, J.M., e.a. geoloog, rue de Campine, 180, Luik.

BOUCKAERT, J., geoloog, Livingstonelaan, 7, Tervuren.

PAEPE, R., geoloog, St-Albaansbergstraat, 30, Brussel 2.

Nationaal Mijninstituut

60, rue Grande, te Pâturages — Tel. : 623.43 - 631.49

de HH. DEMELENNE, E., divisiedirecteur der mijnen, directeur van het Nationaal Mijninstituut, rue des Canadiens, 63, Nimy.

CALLUT, H., hoofdingenieur-directeur der mijnen, rue Grande, 60, Pâturages (1).

BRACKE, J., e.a. divisiemijningenieur, rue Emile Vandervelde, 88, Cuesmes.

(1) Gedetacheerd van de Afdeling Henegouwen.

SERVICES EXTERIEURS

INSPECTION GENERALE DES MINES

26, rue Demot, Bruxelles 4 — Tél. : 35.80.50

MM. LOGELAIN, G., inspecteur général des mines, avenue Grand Champs, 232, Bruxelles 15.
VAN MALDEREN, J., ingénieur en chef-directeur des mines, avenue L. Van Gorp, 7, Bruxelles 15.

BUITENDIENSTEN

ALGEMENE INSPECTIE DER MIJNEN

Demotstraat, 26, Brussel 4 — Tel. : 35.80.50

de HH. LOGELAIN, G., inpecteur-generaal der mijnen, Grootveldlaan, 232, Brussel 15.
VAN MALDEREN, J., hoofdingenieur-directeur der mijnen, L. Van Gorplaan, 7, Brussel 15.

I. DIVISION DU HAINAUT

149, Grand'Rue à Charleroi - Tél. 32.67.51 - 32.67.57 - 31.42.58.
32, place du Parc à Mons - Tél. 331.74 - 331.75.

MM. LAURENT J., directeur divisionnaire des mines, rue Lambillotte, 84, à Jumet. Tél. 35.07.57.
MOUREAU J., ingénieur principal divisionnaire des mines, rue Delval, 28, Trazegnies. Tél. 55.08.58.

Conducteurs des mines

MM. CHERIF M., rue Saint-Antoine, 50, à Erquelinnes.
CHRISPEELS C., avenue de la Gare, 44, à Fleurus
DELESCOLLE A., rue Mosin, 26, à Souvret.
GOFFIN C., chaussée de Charleroi, 93, à Montignies-sur-Sambre.

Délégués-ouvriers à l'inspection des minières et des carrières

MM. TAMINIAU M., rue P.J. Wincqz, 36, à Soignies. Tél. 328.57.
BRISACK F., rue du Croly, 24, à Quenast. Tél. 365.86.
NYS V., Place du Préau, 11, à Antoing. Tél. 426.22.
MARCQ M., rue de Familleureux, 84, à Marche-lez-Ecaussinnes. Tél. 428.52.

1. — ARRONDISSEMENT MINIER DE MONS

MM. FRENAY C., ingénieur en chef-directeur des mines, avenue W. Grisard, 8, à Chaudfontaine. Tél. 65.31.72.
RUY L., ingénieur principal divisionnaire des mines, Grand-Place, 3, à Ciply. Tél. 370.69.

Ingénieurs des mines en service de district

MM. FRADCOURT R., ingénieur principal divisionnaire des mines, avenue de la Taille, 12, à Mons. Tél. 337.53.
DUPONT L., ingénieur principal des mines, 35, avenue Albert I[er], à Hyon. Tél. 316.75.
PRIVE A., boulevard Léopold III, 67, à Peruwelz. Tél. 713.53.

Délégués-ouvriers à l'inspection des mines

MM. DUFRASNE J., rue Neuve, 29, à Pâturages. Tél. 611.33.
BURGEON M., rue N.D. de Grâce, 63, La Bouverie. Tél. 620.51.
WAUQUIEZ F., rue Jean Volders, 78, à Quaregnon. Tél. 745.87.

2. — ARRONDISSEMENT MINIER DE CHARLEROI-OUEST

MM. TREFOIS A., ingenieur en chef-directeur des mines, rue Carena, 22, à Charleroi. Tél. 32.94.28.
JOSSE J., ingénieur principal divisionnaire des mines, route de Thuin, 236, à Anderlues. Tél. 52.34.43.

Ingénieurs des mines en service de district

MM. CAZIER J.B., ingénieur principal des mines, allée des Templiers, 9, à Loverval. Tél. 36.12.60.
DE BACKER J., rue Gaspard, 1, à Mellet. Tél. 74.16.47.

Délégués-ouvriers à l'inspection des mines

MM. DELTENRE H., rue Pouplier, 4, à Maurage. Tél. 629.35.
SAUVENIERE G., rue Omer Thiriar, 20, à St-Vaast. Tél. 226.55.
VIGNOCCHI E., rue Jean Jean, 18, à Wasmes. Tél. 617.73.
FOSSE E., rue J. Monnoyer, 16, à Strépy-Braquegnies. Tél. 626.75.
DE FACQ A., avenue Pouplier, 9, à Maurage. Tél. 626.76.
HASSELIN F., rue Haute, 58, à Souvret. Tél. 55.09.56.

3. — ARRONDISSEMENT MINIER DE CHARLEROI-EST

MM. ANIQUE M., ingénieur en chef-directeur des mines, boulevard Tirou, 123, à Charleroi. Tél. 31.18.91.
MIGNION G., ingénieur principal divisionnaire des mines, rue de la Station, 211, à Ransart. Tél. 35.27.69.
SNEL M., ingénieur principal divisionnaire des mines, avenue Elisabeth, 14, Tervueren. (Détaché au Commissariat royal au problème de l'eau).

Ingénieur des mines en service de district

M. CIAVOLI R., rue de Mettet, 82, à Sant Eustache . Tél. 38.27.86.

Délégués-ouvriers à l'inspection des mines

MM. VAN WAMBEKE O., Cité Germinal, avenue Centrale, 1, à Gilly. Tél. 32.97.52.
CESARONI C., rue Ferrer, 2, à Souvret. Tél. 55.13.70.
PIET R., rue des Ladres, 83, à Châtelineau. Tél. 38.32.53.
SANDRON J., rue de Farciennes, 6, à Roselies. Tél. 77.30.73.
GOETHALS J., rue Hector Denis, 114, à Dampremy. Tél. 31.33.94.
DE BLAUWE A., rue de l'Aurore, 14, à Jumet. Tél. 31.53.81.
ANDREATTA E., Cité de Brouckère, 16, à Farciennes. Tél. 38.39.65.

II. DIVISION DE LIEGE

10, avenue Rogier à Liège - Tél. 23.58.71 - 23.58.72.
16, rue du Collège à Namur - Tél. 200.24.

M. DELREE H., directeur divisionnaire des mines, rue Eracle, 24, à Liège. Tél. 26.31.28.

Conducteurs des mines

MM. JOLIET R., rue M. de Lexhy, 298, à Grâce-Berleur.
LAMBERIGTS G., rue Eracle, 30, à Liège.

Délégués-ouvriers à l'inspection des minières et des carrières

MM. LAMBION P., avenue Albert I, 223, à Namur. Tél. 215.22.
RONVEAUX R., rue Bois d'Ohey, 306, à Ohey. Tél. 612.92.
MARTIN A., rue Abbéchamps, 41, à Andenne. Tél. 218.08.
PINSON A., rue de Sept Eglises, 5, à Andenne. Tél. 222.21.
RENARD G., rue de Liège, 13, à Comblain-Fairon. Tél. 383.15 (Hamoir).
NINANE R., rue de Châlet, 84, à Aywaille. Tél. 72.48.57.
ROBINET R., rue de Warmifontaine, 28, à Grapfontaine. Tél. 276.13.
TITS G., rue Fonds de Chavée, 2, à Couthuin. Tél. 715.53.

1. — ARRONDISSEMENT MINIER DE LIEGE-OUEST

MM. STASSEN J., ingénieur en chef-directeur des mines, rue des Augustins, 49, à Liège. Tél. 23.61.25.
PUT I., ingénieur principal divisionnaire des mines, rue de Spa, 13, à Liège. Tél. 43.54.89.

Ingénieurs des mines en service de district

MM. FRAIPONT R., ingénieur principal des mines, Allée du Beau Vivier, 86, à Ougrée. Tél. 34.31.36.
VRANCKEN A., ingénieur principal des mines, rue Dieusaumé, 19, à Embourg. Tél. 65.31.76.
COMILIA M., Quai de Rome, 25, à Liège. Tél. 52.79.04.

Délégués-ouvriers à l'inspection des mines

MM. BOEYKENS R., rue E. Solvay, 114, Seraing sur Meuse. Tél. 34.45.34.
RENKIN F., rue E. Remouchamps, 85, à Hollogne-aux-Pierres. Tél. 33.71.55.
SOYEUR L., rue J. Donneaux, 5, Rocourt. Tél. 63.63.08.
PETIT T., rue de l'Enseignement, 21, à Melen. Tél. 77.11.12.

2. — ARRONDISSEMENT MINIER DE LIEGE-EST

MM. PERWEZ L., ingénieur en chef-directeur des mines ff., rue Joseph Bovy, 2, Embourg. Tél. 65.17.09.
CAJOT P., ingénieur principal divisionnaire des mines, av. du Cardinal Mercier, 11, à Bressoux. Tél. 43.38.80.

Ingénieurs des mines en service de district

MM. PETITJEAN M., ingénieur principal des mines, Chaussée de Tongres, 22, à Juprelle. Tél. 68.53.14.
RZONZEF L., avenue des Bois, 84, à Tilff. Tél. 43.93.02.

Délégués-ouvriers à l'inspection des mines

MM. CLUKERS H., rue Lambotte, 76, à Milmort. Tél. 68.55.26.
WARNIER A., Fond de Gotte, 99, à Ayeneux. Tél. 77.13.92.
SALVADOR A., rue L. Wislet, 13, à Fléron. Tél. 68.32.08.
CAMAL H., rue Joseph Leclercq, 177, à Beyne-Heusay. Tél. 68.40.85.

3. — ARRONDISSEMENT MINIER DE NAMUR

MM. DURIEU M., ingénieur en chef-directeur des mines, Boulevard de la Meuse, 129, à Jambes. Tél. 311.58.
LAURENT V., ingénieur principal divisionnaire des mines, Chaussée de Dinant, 356, à Namur. Tél. 248.34.

Ingénieur des mines en service de district

M. SARTENAER J., allée du Moulin à Vent, 34, à Namur. Tél. 292.06.

Délégué-ouvrier à l'inspection des mines

M. VIGNERON F., rue de Falisolle, 340, à Auvelais. Tél. 77.24.19.

III. AFDELING VAN DE KEMPEN

Thonissenlaan, 18, te Hasselt - Tel. 211.21 - 211.22 - 264.98

de H. MEDAETS J., hoofdingenieur-directeur der mijnen, belast met de directie van de afdeling, Van Dijcklaan, 11, te Hasselt. Tel. 210.31.

Mijnconducteurs

de HH. DROUSHOUDT L., Javanastraat, 63, te Maaseik.
CELIS S., Stalstraat, 3, te Molenstede.
VERLINDEN A., Huidevetterslaan, 5, te Hasselt.
HUYSMANS L., Graanmarkt, 15, te Diest.

Afgevaardigden-werklieden bij het toezicht in de groeven en graverijen

de HH. LEBEGGE J., Willem Eckelerstraat, 7, te Niel. Tel. 78.09.75.
D'EER H., Magniolalaan, 58, te Sint-Niklaas. Tel. 76.55.47.
STEVENS J., Kapelstraat, 27, te Stokkem. Tel. 594.60.

1. — 1e MIJNARRONDISSEMENT VAN DE KEMPEN

de HH. GREGOIRE H., hoofdingenieur-directeur der mijnen, Van Dijcklaan, 9, te Hasselt. Tel. 217.95.
DENTENEER A., w.d. e.a. divisiemijningenieur, Langveldstraat. 44, te Hasselt. Tel 228.90.

Mijningenieur in districtdienst

de H. DE GROOT E., Henegouwlaan, 63, te Hasselt. Tel. 224.60.

Afgevaardigden-werklieden bij het toezicht in de steenkolenmijnen

de HH. HUYSMANS F., Meerstraat, 23, te Paal. Tel. 328.19.
MELOTTE F., Helzoldstraat, 48, te Helchteren. Tel. 375.77.

2. — 2e MIJNARRONDISSEMENT VAN DE KEMPEN

de H. DECKERS F., eerstaanwezend divisiemijningenieur, belast met de directie van het arrondissement, Trekschurenstraat, 9, te Hasselt. Tel. 224.04.

Mijningenieurs in districtdienst

de HH. VANDERGOTEN P., eerstaanwezend mijningenieur, Andreas Vesaliusstraat, 18, te Hasselt. Tel. 242.68.
VAN GUCHT G., Steenwegstraat, 48 A, Berbroek. Tel. 516.06.
VERSCHROEVEN J.B., Herebaan-West, 30, te Houthalen. Tel. 379.94.

Afgevaardigden-werklieden bij het toezicht in de steenkolenmijnen

de HH. MAES P., Boogstraat, 10, te Genk. Tel. 531.08.
KNOPS V., Heidriesstraat, 48, te Waterschei. Tel. 539.20.
LIBAERS A., steenweg op Diest, 74, te Paal. Tel. 327.69.

CONSEILS, CONSEILS D'ADMINISTRATION, COMITES ET COMMISSIONS

Composition au 1er janvier 1968

CONSEIL NATIONAL CONSULTATIF DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Siège : 26, rue Demot, Bruxelles 4.

Président :

M. DE JONGHE, Eugène, de Heverlee, présenté par le Ministre des Affaires économiques ;

Membres

MM. BAUDRY, Jules, de Pommerœul ;
LIGNY, Jean, de Marcinelle;
PAQUOT, Guy, de Liège;
VESTERS, Camille, de Waterschei-Genk,
présentés par les organisations les plus représentatives des entreprises charbonnières;

MM. BALESSE, Robert, de Châtelineau ;
OLYSLAEGERS, Jan, de Houthalen ;
THOMASSEN, Mathieu, de Beringen;
VANDENDRIESSCHE, Emile, de Courcelles,
présentés par les organisations les plus représentatives des travailleurs occupés dans les entreprises charbonnières;

MM. de la VALLEE POUSSIN, Charles, de Bruxelles ;
ROLIN, André, de Rhode Saint-Genèse ;
HUYSSENS, Robert, de Dilbeek;
GOEYERS, Henri, de Anvers,
présentés par les organisations les plus représentatives des utilisateurs et négociants de charbon;

MM. SCHUGENS, Willy, de Liège ;
LECLERCQ, Oscar, de Bruxelles ;
LAMBRECHTS, Guido, de Hoeselt ;
JAVAUX, René, de Wemmel,
présentés par les organisations syndicales interprofessionnelles les plus représentatives;

M. VANDENHEUVEL, André, de Bruxelles, désigné par le Ministre des Affaires économiques.

M. WOESTYN, Etienne, de Jette, désigné par le Ministre des Finances.

RADEN, BEHEERRADEN, COMITE'S EN COMMISSIES

Samenstelling op 1 januari 1968

NATIONALE ADVISERENDE RAAD VOOR DE KOLENNIJVERHEID

Zetel : 26, Demotstraat, Brussel 4.

Voorzitter :

de H. DE JONGHE, Eugeen, te Heverlee, voorgedragen door de Minister van Economische Zaken.

Leden :

de HH. BAUDRY, Jules, te Pommerœul ;
LIGNY, Jean, te Marcinelle;
PAQUOT, Guy, te Luik;
VESTERS, Camille, te Waterschei-Genk,
voorgedragen door de meest representatieve organisaties der kolenbedrijven;

de HH. BALESSE, Robert, te Châtelineau ;
OLYSLAEGERS, Jan, te Houthalen ;
THOMASSEN, Mathieu, te Beringen;
VANDENDRIESSCHE, Emile, te Courcelles ;
voorgedragen door de meest representatieve werknemersorganisaties der kolenbedrijven.

de HH. de la VALLEE POUSSIN, Charles, te Brussel ;
ROLIN, André, te Sint-Genesius-Rode ;
HUYSSENS, Robert, te Dilbeek;
GOEYERS, Henri, te Antwerpen,
voorgedragen door de meest representatieve organisaties der kolenverbruikers en handelaars;

de HH. SCHUGENS, Willy, te Luik ;
LECLERCQ, Oscar, te Brussel ;
LAMBRECHTS Guido, te Hoeselt ;
JAVAUX, René, te Wemmel,
voorgedragen door de meest representatieve interprofessionele vakorganisaties;

de H. VANDENHEUVEL, André, te Brussel, aangewezen door de Minister van Economische Zaken.

de H. WOESTYN, Etienne, te Jette, aangewezen door de Minister van Financiën.

M. MISSOTTEN, Omer, de Bruxelles, désigné par le Ministre de l'Emploi et du Travail.

M. POPPE, Marcel, de Berchem-Sainte-Agathe, désigné par le Ministre des Communications.

Chargé du Secrétariat :

M. GOFFART, Pierre, ingénieur principal divisionnaire des mines.

CONSEILS CONSULTATIFS PROVINCIAUX

A. Pour les Bassins du Hainaut.

Siège : 149, Grand'rue, Charleroi.

M. LAURENT, Jean, de Jumet, désigné par le Ministre des Affaires économiques.

MM. COCHET, Albert, de Châtelineau ;
GOSSART, Maurice, de Houdeng-Aimeries;
VAN BREE, Paul, d'Anderlues ;
VERDONCK, Albert, de Dour ;
QUESTIAUX, Joseph, de Tamines,
présentés par l'organisation représentative de la direction des entreprises charbonnières;

MM. LEMBO, Nicola, de Jemappes ;
DUBOIS, Evariste, de Leval-Trahegnies;
NEFFE, Noël, de Souvret ;
CHERAMY, Robert, de Châtelineau ;
RASSENEUR, Julien, de Boussu-Bois,
présentés par les organisations les plus représentatives du personnel ouvrier, employé et cadres des charbonnages;

MM. PETRE, René, de La Louvière ;
ANDRIS, Henri, de Haine-St.-Paul ;
MICHAUX, Léon, de Lodelinsart,
désignés par la Députation permanente du Hainaut.

Secrétaire :

M. MOUREAU, Jean, ingénieur principal divisionnaire des Mines.

B. Pour le Bassin de Liège.

Siège : 10, avenue Rogier, Liège.

M. DELREE, Henri, de Liège, désigné par le Ministre des Affaires économiques.

MM. DELREE, Georges, de Liège ;
CAMBIER, Maurice, de Micheroux ;
DECAT, Etienne, de Ans;

de H. MISSOTTEN, Omer, te Brussel, aangewezen door de Minister van Tewerkstelling en Arbeid.

de H. POPPE, Marcel, te Sint-Agatha-Berchem, aangewezen door de Minister van Verkeerswezen.

Belast met het Secretariaat :

de H GOFFART, Pierre, eerstaanwezend divisiemijningenieur.

PROVINCIALE ADVISERENDE RADEN

A. Voor de Bekkens van Henegouwen.

Zetel : 149, Grand'rue, Charleroi.

de H. LAURENT, Jean, te Jumet, aangewezen door de Minister van Economische Zaken.

de HH. COCHET, Albert, te Châtelineau ;
GOSSART, Maurice, te Houdeng-Aimeries;
VAN BREE, Paul, te Anderlues ;
VERDONCK, Albert, te Dour ;
QUESTIAUX, Joseph, te Tamines,
voorgedragen door de representatieve organisatie van de leiding der kolenmijnen;

de HH. LEMBO Nicola, te Jemappes ;
DUBOIS, Evariste, te Leval-Trahegnies;
NEFFE, Noël, te Souvret ;
CHERAMY, Robert, te Châtelineau ;
RASSENEUR, Julien, te Boussu-Bois,
voorgedragen door de meest representatieve organisaties van het arbeiders-, bedienden- en kaderpersoneel van de kolenmijnen;

de HH. PETRE, René, te La Louvière ;
ANDRIS Henri, te Haine-St.-Paul ;
MICHAUX, Léon, te Lodelinsart,
aangewezen door de Bestendige Deputatie van Henegouwen.

Secretaris :

de H. MOUREAU, Jean, eerstaanwezend divisiemijningenieur.

B. Voor het Bekken van Luik.

Zetel : 10, avenue Rogier, Luik.

de H. DELREE, Henri, te Luik, aangewezen door de Minister van Economische Zaken.

de HH. DELREE, Georges, te Luik ;
CAMBIER, Maurice, te Micheroux ;
DECAT, Etienne, te Ans;

DESSARD, René, de Beyne-Heusay;
DUFRASNE, Raoul, de Liège,
présentés par l'organisation représentative de la direction des entreprises charbonnières;

MM. THOMAS, Léonard, de Grâce-Berleur;
CANTARELLI, Sante, de Grâce-Berleur ;
COLPIN, Joseph, de Fléron;
BOULANGER, Antoine, de Liège;
ADOVASIO, Vincenzo, de Jemeppe-sur-Meuse,
présentés par les organisations les plus représentatives du personnel ouvrier, employé et cadres des charbonnages;

MM. LATIN, Joseph, de Seraing-sur-Meuse
PAQUES, Simon, de Grâce-Berleur ;
HENCKAERTS, Emile, de Hombroux-Alleur,
désignés par la Députation permanente de Liège.

Secrétaire :

M. PERWEZ, Lucien, ingénieur en chef-directeur des mines ff.

C. Pour le Bassin de la Campine.

Siège : 18, Thonissenlaan, Hasselt.

M. GERARD, Paul, de Hasselt, désigné par le Ministre des Affaires Economiques ;

MM. VOLDERS, Aimé, de Koersel;
NELLISSEN, François, de Waterschei ;
LYCOPS, Louis, de Heusden ;
de MARNEFFE, Paul, de Winterslag ;
BROUWEZ, August, de Eisden,
présentés par l'organisation représentative de la direction des entreprises charbonnières;

MM. BAEYENS, Jan, de Zonhoven ;
GROSSI, Sylvano, de Genk ;
LUYSMANS, Jacques, de Waterschei ;
OOMS, Jozef, de Genk;
RENDERS, August, de Heusden,
présentés par les organisations les plus représentatives du personnel ouvrier, employé et cadres des charbonnages;

MM. CLAESSEN, Albert, de Neerpelt;
NEESSEN, Victor, de Tongres;
MOONS, Hendrik, de Hasselt,
désignés par la Députation permanente du Limbourg.

Secrétaire :

M. DECKERS, Frans, ingénieur principal divisionnaire des mines.

DESSARD, René, te Beyne-Heusay;
DUFRASNE Raoul, te Luik,
voorgedragen door de representatieve organisatie van de leiding der kolenmijnen;

de HH. THOMAS, Léonard, te Grâce-Berleur;
CANTARELLI, Sante, te Grâce-Berleur ;
COLPIN, Joseph, te Fléron;
BOULANGER, Antoine, te Luik;
ADOVASIO, Vincenzo, te Jemeppe-sur-Meuse,
voorgedragen door de meest representatieve organisaties van het arbeiders-, bedienden- en kaderpersoneel van de kolenmijnen;

de HH. LATIN, Joseph, te Seraing-sur-Meuse ;
PAQUES, Simon, te Grâce-Berleur ;
HENCKAERTS, Emile, te Hombroux-Alleur,
aangewezen door de Bestendige Deputatie van Luik.

Secretaris :

de H. PERWEZ, lucien, w.d. hootdingenieur-directeur der mijnen.

C. Voor het Kempens Bekken.

Zetel : 18, Thonissenlaan, Hasselt.

de H. GERARD, Paul, te Hasselt, aangewezen door de Minister van Economische Zaken ;

de HH. VOLDERS, Aimé, te Koersel;
NELLISSEN, François, te Waterschei ;
LYCOPS, Louis, te Heusden ;
de MARNEFFE, Paul, te Winterslag,
BROUWEZ, August, te Eisden ;
voorgedragen door de representatieve organisatie van de leiding der kolenmijnen;

de HH. BAEYENS, Jan, te Zonhoven ;
GROSSI, Sylvano, te Genk ;
LUYSMANS, Jan, te Waterschei ;
OOMS, Jozef, te Genk;
RENDERS, August, te Heusden;
voorgedragen door de meest representatieve organisaties van het arbeiders-, bedienden- en kaderpersoneel van de kolenmijnen;

de HH. CLAESSEN, Albert, te Neerpelt;
NEESSEN, Victor, te Tongeren;
MOONS, Hendrik, te Hasselt,
aangewezen door de Bestendige Deputatie van Limburg.

Secretaris :

de H. DECKERS, Frans, eerstaanwezend divisiemijningenieur.

CONSEIL SUPERIEUR DE LA SECURITE MINIERE

Siège : 26, rue Demot, Bruxelles 4.

Président :

Le Directeur général des Mines.

(M. VANDENHEUVEL A.).

Secrétaires :

CALLUT, H., Ingénieur en chef-directeur des Mines, à Pâturages ;

HAUSMAN, A., Directeur du Centre de coordination des Centrales de sauvetage de Campine, à Hasselt ;

TONDEUR, A., Ingénieur principal divisionnaire des Mines, à Bruxelles 4.

Rapporteur :

COOLS, G., Inspecteur général des mines, à Bruxelles 4.

Membres :

BALESSE, R., Secrétaire-général de la Centrale syndicale des Travailleurs des mines de Belgique, à Bruxelles 1 ;

BIJNENS, F., Délégué de la Centrale des Francs-Mineurs, à Bruxelles 4 ;

BOULANGER, A., Délégué de la Centrale des Francs-Mineurs, à Bruxelles 4 ;

CLAES, F., Secrétaire du Groupement national de l'Industrie de la terre cuite, à Bruxelles 1 ;

DAVIN, G., Directeur des Travaux à la S.A. des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul, à Hensies-Pommerœul ;

DE CONINCK, L., Directeur du Centre national belge de Coordination des Centrales de sauvetage, à Charleroi ;

DELREE, H., Directeur divisionnaire de la division de Liège;

de MARNEFFE P., Directeur gérant de la division « Charbonnages de Winterslag » de la S.A. Espérance Longdoz, à Genk-Winterslag ;

DEMELENNE, E., Directeur divisionnaire des Mines, Directeur de l'Institut national des Mines, à Pâturages ;

DUBOIS, E., Président de la Centrale Syndicale des travailleurs des Mines de Belgique, à Bruxelles 1 ;

HOGE RAAD VOOR VEILIGHEID IN DE MIJNEN

Zetel : 26, Demotstraat, Brussel 4.

Voorzitter :

De Directeur-Generaal der Mijnen.

(De Heer VANDENHEUVEL A.).

Secretarissen :

CALLUT, H., Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, te Pâturages ;

HAUSMAN, A., Directeur van het Coördinatiecentrum van de Kempense Reddingscentrales, te Hasselt ;

TONDEUR, A., Eerstaanwezend Divisiemijningenieur, te Brussel 4.

Verslaggever :

COOLS, G., Inspecteur-generaal der mijnen, te Brussel 4.

Leden :

BALESSE, R., Secretaris-generaal van de Nationale Centrale der Mijnwerkers van België, te Brussel 1 ;

BIJNENS, F., Afgevaardigde van de Centrale der Vrije Mijnwerkers, te Brussel 4 ;

BOULANGER, A., Afgevaardigde van de Centrale der Vrije Mijnwerkers, te Brussel 4 ;

CLAES, F., Secretaris van de Nationale Groepering voor de Kleinijverheid, te Brussel 1 ;

DAVIN, G., Directeur der werken van de N.V. « Charbonnages d'Hensies-Pommerœul », te Hensies-Pommerœul ;

DE CONINCK, L., Directeur van het Belgisch Nationaal Coördinatiecentrum van de Reddingscentrales, te Charleroi ;

DELREE, H., Divisiedirecteur van de afdeling Luik;

de MARNEFFE, P., Directeur-Gerant van de Afdeling « Kolenmijnen van Winterslag » van de N.V. Espérance-Longdoz, te Genk-Winterslag ;

DEMELENNE, E., Divisiedirecteur der Mijnen, Directeur van het Nationaal Mijninstituut te Pâturages;

DUBOIS E., Voorzitter van de Nationale Centrale der Mijnwerkers van België, te Brussel 1 ;

FRANCOTTE, X., Ingénieur en Chef à la S.A. Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune, à Liège ;

GILBERT, J., Délégué de la Centrale des Francs-Mineurs, à Bruxelles 4 ;

GODDEERIS, G., Ingénieur à la S.A. des Charbonnages de Beringen à Beringen ;

GONZE, J., Ingénieur en Chef de la S.A. des Charbonnages de Monceau-Fontaine à Monceau-sur-Sambre ;

LAURENT, J., Directeur divisionnaire de la division du Hainaut, à Charleroi ;

LOGELAIN, G., Inspecteur général des Services extérieurs de l'Administration des Mines, à Bruxelles 4;

MOLINE, M., Directeur des travaux de la S.A. des Charbonnages du Bois-du-Luc, à Houdeng-Aimeries ;

OLYSLAEGERS, J., de la Centrale Syndicale des Travailleurs des Mines de Belgique, à Bruxelles 1 ;

OOMS, J., Délégué de la Centrale des Franc-Mineurs, à Bruxelles 4 ;

PEETERS, M., Directeur général de la Fédération charbonnière de Belgique, à Bruxelles 1 ;

SCHOEMANS, A., Administrateur-directeur des Ardoisières de Warmifontaine, à Warmifontaine ;

STASSEN, P., Directeur de l'Institut national de l'Industrie charbonnière, à Liège ;

STENUIT, R., Directeur divisionnaire des Mines, à Bruxelles 4 ;

TAMINIAUX, J., Délégué de la Centrale des Ouvriers de la Pierre de Belgique, à Ecaussinnes ;

THOMAS, L., Secrétaire-trésorier de la Centrale syndicale des Travailleurs des Mines de Belgique, à Bruxelles 1 ;

VAN BERWAER, R., Adjoint au Directeur des Travaux du Fond à la S.A. des Charbonnages André Dumont, à Genk-Waterschei;

VANDEN BROUCKE, A., Délégué de la Centrale générale des Briqueteries, à Bruxelles 1 ;

VANDENDRIESSCHE E., Secrétaire-général de la Centrale des Francs-Mineurs, à Bruxelles 4 ;

VAN MALDEREN, J., Directeur divisionnaire de la division de Campine ;

WOUTERS, J., Directeur de l'Union des producteurs belges de chaux, calcaires, dolomies et produits connexes, à Bruxelles 3.

FRANCOTTE, X., Hoofdingenieur bij de N.V. « Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune », te Luik ;

GILBERT, J., Afgevaardigde van de Centrale der Vrije Mijnwerkers, te Brussel 4 ;

GODDEERIS, G., Ingenieur bij de N.V. Kolenmijnen van Beringen te Beringen ;

GONZE, J., Hoofdingenieur bij de « Charbonnages de Monceau-Fontaine » te Monceau-sur-Sambre ;

LAURENT, J., Divisiedirecteur van de afdeling Henegouwen, te Charleroi ;

LOGELAIN, G., Inspecteur-Generaal van de buitendiensten van de Administratie van het Mijnwezen, te Brussel 4 ;

MOLINE, M., Directeur der werken van de N.V. « Charbonnages du Bois-du-Luc » te Houdeng-Aimeries ;

OLYSLAEGERS, J., van de Nationale Centrale der Mijnwerkers van België, te Brussel 1 ;

OOMS, J., Afgevaardigde van de Centrale der Vrije Mijnwerkers, te Brussel 4.

PEETERS, M., Directeur-Generaal van de Belgische Steenkool Federatie, te Brussel 1 ;

SCHOEMANS, A., Administrateur-Directeur van de « Ardoisières de Warmifontaine », te Warmifontaine ;

STASSEN, P., Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid, te Luik ;

STENUIT R., Divisiedirecteur der Mijnen, te Brussel 4 ;

TAMINIAUX, J., Afgevaardigde van de Centrale der Steenbewerkers van België, te Ecaussinnes ;

THOMAS, L., Secretaris-schatbewaarder van de Nationale Centrale der Mijnwerkers van België, te Brussel 1 ;

VAN BERWAER, R., Adjunct van de Directeur der ondergrondse werken van de N.V. Kolenmijnen André Dumont, te Genk-Waterschei ;

VANDEN BROUCKE, A., Afgevaardigde van de Algemene Centrale der Steenbakkerijen, te Brussel 1 ;

VANDENDRIESSCHE, E., Secretaris-generaal van de Centrale der Vrije Mijnwerkers, te Brussel 4 ;

VAN MALDEREN, J., Divisiedirecteur van de afdeling van de Kempen ;

WOUTERS, J., Directeur van de Vereniging der Belgische voortbrengers van kalk, kalksteen, dolomiet en aanverwante producten, te Brussel 3.

CONSEIL GEOLOGIQUE DE BELGIQUE

Siège : 13, rue Jenner, Bruxelles 4.

Président :

Le Directeur-Général des Mines :
(M. VANDENHEUVEL A.)

Membre-secrétaire :

DELMER, A., Ingénieur en chef-directeur des Mines, Chef du Service Géologique de Belgique.

Membres :

de BETHUNE, P., Professeur à l'Université de Louvain ;

de MAGNEE, I., Professeur à l'Université de Bruxelles;

FOURMARIER, P., Membre titulaire de l'Académie Royale de Belgique, professeur émérite de l'Université de Liège ;

HACQUAERT, A., Professeur à l'Université de Gand ;

KAISIN, F., Professeur à l'Université de Louvain;

LECOMPTE, M., Directeur de laboratoire à l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique ;

LOGELAIN, G., Inspecteur Général des Mines;

MARLIERE, R., Professeur à la Faculté Technique de Mons ;

MICHOT, P., Professeur à l'Université de Liège;

MORTELMANS, G., Professeur à l'Université de Bruxelles;

TAVERNIER, R., Professeur à l'Université de Gand, Membre correspondant de l'Académie flamande - Classe des sciences ;

VAN LECKWIJCK, W., Directeur du Centre National de Géologie houillère;

AARDKUNDIGE RAAD VAN BELGIE

Zetel : 13, Jennerstraat, Brussel 4.

Voorzitter :

De Directeur-Generaal der Mijnen :
(De H. VANDENHEUVEL A.)

Lid-secretaris :

DELMER, A., Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, Hoofd van de aardkundige Dienst van België.

Leden :

de BETHUNE, P., Hoogleraar aan de Universiteit te Leuven;

de MAGNEE, L., Hoogleraar aan de Universiteit te Brussel ;

FOURMARIER, P., Werkend lid van de Koninklijke Akademie van België, Hoogleraar-emeritus aan de Universiteit te Luik;

HACQUAERT, A., Hoogleraar aan de Universiteit te Gent;

KAISIN, F., Hoogleraar aan de Universiteit te Leuven;

LECOMPTE, M., Laboratoriumdirecteur bij het Koninklijk Instituut voor Natuurwetenschappen van België ;

LOGELAIN, G., Inspecteur-Generaal der Mijnen;

MARLIERE, R., Hoogleraar aan de « Faculté Technique de Mons » ;

MICHOT, P., Hoogleraar aan de Universiteit te Luik;

MORTELMANS, G., Hoogleraar aan de Universiteit te Brussel;

TAVERNIER, R., Hoogleraar aan de Universiteit te Gent, briefwisselend lid van de Koninklijke Vlaamse Akademie - Klasse der wetenschappen ;

VAN LECKWIJCK, W., Directeur van het Nationaal Centrum voor Geologie der Steenkolenformaties;

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Siège : « Bois du Val Benoît », rue du Chera, Liège

Président :

VANDENHEUVEL, A., Directeur général des Mines;

BEHEERRAAD VAN HET NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

Zetel : «Bois du Val Benoît», rue du Chera, Luik.

Voorzitter :

VANDENHEUVEL, A., Directeur-Generaal der Mijnen;

Vice-Présidents :

LYCOPS, L., Directeur général adj. de la N.V. Charbonnages de Kempense Steenkolenmijnen, à Houthalen ;

WIBAIL, A., Directeur général au Ministère des Affaires économiques;

Rapporteur :

STASSEN, P., Directeur de l'Institut national de l'Industrie charbonnière à Liège ;

Membres :

BAUDRY, J., Administrateur-Directeur général de la S.A. des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul, à Hensies Pommerœul ;

BOULANGER, A., Président de la Fédération liégeoise des Syndicats chrétiens à Liège ;

BRISON, L., Professeur à la Faculté Polytechnique de Mons;

CAMBIER, M., Administrateur-Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages du Hasard à Micheroux ;

COLPIN, J., délégué de la Centrale syndicale des travailleurs des mines de Belgique, à Bruxelles 1 ;

DEHING, I., Directeur divisionnaire des Mines, chef du service des Explosifs, à Bruxelles 4 ;

DE MAGNEE, J., Professeur à l'Université de Bruxelles ;

DEMELENNE, E., Directeur divisionnaire des Mines, Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines, à Pâturages ;

D'OR, L., Professeur à l'Université de Liège;

DUVIEUSART, J., Administrateur-délégué de la S.A. des Charbonnages du Centre, à Ressaix ;

HACQUAERT, A., Professeur à l'Université de Gand ;

HELLINCKX, L., Professeur à l'Université de Louvain;

HENRY, L., Directeur de l'Institut pour l'encouragement de la recherche scientifique dans l'industrie et l'agriculture (I.R.S.I.A.) ;

HOUBERECHTS, A., Professeur à l'Université de Louvain ;

LOGELAIN, G., Inspecteur général des Mines;

MEILLEUR, P., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages de Bonne-Espérance, à Lambusart;

Commissaire du Gouvernement :

MAINIL, P., Ingénieur principal des Mines.

Reviseur .

KIRSCHEN, E.S., Professeur à l'Université de Bruxelles.

Ondervoorzitters :

LYCOPS, L., Adj. Directeur-Generaal van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen, te Houthalen ;

WIBAIL, A., Directeur-Generaal bij het Ministerie van Economische Zaken;

Verslaggever :

STASSEN, P., Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid, te Luik ;

Leden :

BAUDRY, J., Administrateur-Directeur generaal van de N.V. « Charbonnages d'Hensies Pommerœul », te Hensies-Pommerœul ;

BOULANGER, A., Voorzitter van de Fédération liégeoise des Syndicats chrétiens, te Luik ;

BRISON, L., Hoogleraar aan de « Faculté Polytechnique » te Bergen;

CAMBIER, M., Administrateur-Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages du Hasard » te Micheroux ;

COLPIN, J., Afgevaardigde van de Nationale Centrale der Mijnwerkers van België, te Brussel 1 ;

DEHING, I., Divisiedirecteur der Mijnen, Hoofd van de Dienst der Springstoffen, te Brussel 4 ;

DE MAGNEE, J., Hoogleraar aan de Universiteit te Brussel ;

DEMELENNE, E., Divisiedirecteur der Mijnen, Beheerder-Directeur van het Nationaal Mijninstituut, te Pâturages ;

D'OR, L., Hoogleraar aan de Universiteit te Luik;

DUVIEUSART, J., Afgevaardigde-beheerder van de N.V. « Charbonnages du Centre », te Ressaix ;

HACQUAERT, A., Hoogleraar aan de Universiteit te Gent ;

HELLINCKX, L., Hoogleraar aan de Universiteit te Leuven;

HENRY, L., Directeur van het Instituut tot Aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw (I.W.O.N.L.) ;

HOUBERECHTS, A., Hoogleraar aan de Universiteit te Leuven;

LOGELAIN, G., Inspecteur-Generaal der Mijnen;

MEILLEUR, P., Directeur-Gerant van de N.V. «Charbonnages de Bonne-Espérance », te Lambusart;

Regeringscommissaris :

MAINIL, P., eerstaanwezend Mijningenieur.

Revisor :

KIRSCHEN, E.S., Hoogleraar aan de Universiteit te Brussel.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'INSTITUT NATIONAL DES MINES

Siège : 60, rue Grande, Pâturages.

Président :

Le Directeur Général des Mines :
(M. VANDENHEUVEL A.)

Membre-secrétaire :

Le Directeur de l'Institut National des Mines :
DEMELENNE, E., Directeur divisionnaire des Mines.

Membres :

BAUDRY, J., Administrateur-Directeur général de la S.A. des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul, à Hensies-Pommerœul ;

BOURGEOIS, W., Professeur à l'Université de Bruxelles;

BRISON, L., Professeur à la Faculté polytechnique de Mons;

CHAPELLE, R., Ingénieur en Chef aux A.C.E.C., à Charleroi ;

DEHING, I., Directeur divisionnaire des Mines, Chef du Service des Explosifs, à Bruxelles 4 ;

DELTENRE, R., Vice-président de l'Association charbonnière de Campine, à Bruxelles 15 ;

de MARNEFFE, P., Directeur-Gérant de la division « Charbonnages de Winterslag », de la S.A. Espérance-Longdoz, à Genk-Winterslag ;

DESSARD, R., Administrateur-Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages de Wérister à Beyne-Heusay;

DUBOIS, E., Président de la Centrale syndicale des Travailleurs des mines de Belgique, à Bruxelles 1 ;

DUMONT, M., Directeur aux Poudreries Réunies de Belgique à Bruxelles 1 ;

LAURENT, J., Directeur divisionnaire des Mines, à Charleroi;

LOGELAIN, G., Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles 4 ;

MEDAETS, J., Ingénieur en Chef-Directeur des Mines à Hasselt;

MEILLEUR, P., Administrateur-Directeur-Gérant des Charbonnages de Bonne-Espérance, à Lambusart ;

NEFFE, N., Secrétaire régional de la Centrale des mineurs de Charleroi ;

STASSEN, P., Directeur de l'Institut national de l'Industrie charbonnière, à Liège;

BEHEERRAAD VAN HET NATIONAAL MIJNINSTITUUT

Zetel : 60, rue Grande, Pâturages.

Voorzitter :

De Directeur-Generaal der Mijnen :
(De H. VANDENHEUVEL A.)

Lid-secretaris :

De Directeur van het Nationaal Mijninstituut :
DEMELENNE, E., Divisiedirecteur der Mijnen.

Leden :

BAUDRY, J., Administrateur-directeur generaal van de N.V. « Charbonnages d'Hensies-Pommerœul », te Hensies-Pommerœul ;

BOURGEOIS, W., Hoogleraar aan de Universiteit te Brussel;

BRISON, L., Hoogleraar aan de Faculté polytechnique te Bergen;

CHAPELLE, R., Hoofdingenieur bij A.C.E.C., te Charleroi ;

DEHING, I., Divisiedirecteur der Mijnen, hoofd van de Dienst der Springstoffen, te Brussel 4 ;

DELTENRE, R., Ondervoorzitter van de Associatie van de Kempense Kolenmijnen, te Brussel 15 ;

de MARNEFFE, P., Directeur-Gerant van de Afdeling « Kolenmijnen van Winterslag » van de N.V. Espérance-Longdoz, te Genk-Winterslag ;

DESSARD, R., Administrateur-Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages de Wérister », te Beyne-Heusay;

DUBOIS, E., Voorzitter van de Nationale Centrale der Mijnwerkers van België, te Brussel 1 ;

DUMONT, M., Directeur bij de « Poudreries Réunies de Belgique » te Brussel 1 ;

LAURENT, J., Divisiedirecteur der Mijnen, te Charleroi;

LOGELAIN, G., Inspecteur-Generaal der Mijnen, te Brussel 4 ;

MEDAETS, J., Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen te Hasselt;

MEILLEUR, P., Administrateur-Directeur-Gérant van de kolenmijn « Charbonnages de Bonne-Espérance », te Lambusart ;

NEFFE, N., gewestelijke secretaris van de mijnwerkerscentrale van Charleroi ;

STASSEN, P., Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid te Luik;

THOMAS, L., Secrétaire-trésorier de la Centrale Syndicale des Travailleurs des Mines de Belgique, à Bruxelles 1 ;

THOMASSEN, M., Président de la Centrale des Francs-Mineurs, à Bruxelles 4 ;

VANDENDRIESSCHE, E., Secrétaire général de la Centrale des Franc-Mineurs, à Bruxelles 4.

Commissaire du Gouvernement :

FRENAY, C., Ingénieur en Chef-Directeur des Mines.

Reviseur :

KIRSCHEN, E.S., Professeur à l'Université de Bruxelles.

THOMAS, L., Secretaris-Schatbewaarder van de Nationale Centrale der Mijnwerkers van België, te Brussel 1 ;

THOMASSEN, M., Voorzitter van de Centrale der Vrije Mijnwerkers, te Brussel 4 ;

VANDENDRIESSCHE, E., Secretaris-generaal van de Centrale der Vrije Mijnwerkers, te Brussel 4.

Regeringscommissaris :

FRENAY, C., Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen.

Revisor :

KIRSCHEN, E.S., Hoogleraar aan de Universiteit te Brussel.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DU FONDS NATIONAL DE GARANTIE POUR LA REPARATION DES DEGATS HOUILLERS

Siège : 30, avenue Marnix, Bruxelles 5.

Président :

Le Ministre des Affaires économiques.

Secrétaire :

POURTOIS, R., Conseiller au Ministère des Affaires économiques.

Membres :

ANDRE, A., Directeur administratif de la S.A. des Charbonnages du Borinage;

COTON, M., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages de Mambourg, Sacré Madame et Poirier Réunis ;

DELRUELLE, G., membre de la Chambre des Représentants ;

DUVIEUSART, J., Administrateur-délégué de la S.A. Charbonnages du Centre ;

GALAND, G., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages du Bonnier;

LOGELAIN, G., Inspecteur général des Mines ;

TOUBEAU, R., membre de la Chambre des Représentants ;

VANDENHEUVEL, A., Directeur-général des Mines ;

VERDEYEN, J., Directeur-Gérant honoraire de la S.A. des Charbonnages de Limbourg-Meuse à Eisden;

RAAD VAN BEHEER VAN HET NATIONAAL WAARBORGFONDS INZAKE KOLENMIJNSCHADE

Zetel : 30, Marnixlaan, Brussel 5.

Voorzitter:

De Minister van Economische Zaken.

Secretaris :

POURTOIS, R., Adviseur bij het Ministerie van Economische Zaken.

Leden :

ANDRE, A., Administratief Directeur van de N.V. Charbonnages du Borinage;

COTON, M., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages de Mambourg, Sacré Madame et Poirier Réunis » ;

DELRUELLE, G., Volksvertegenwoordiger ;

DUVIEUSART, J., Afgevaardigde-Beheerder van de N.V. « Charbonnages du Centre »;

GALAND, G., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages du Bonnier »;

LOGELAIN, G., Inspecteur-Generaal der Mijnen ;

TOUBEAU, R., Volksvertegenwoordiger ;

VANDENHEUVEL, A., Directeur-Generaal der Mijnen;

VERDEYEN, J., Ere-Directeur-Gerant van de N.V. Kolenmijnen Limburg-Maas te Eisden;

VINCENT, M., Directeur à l'Administration des Mines ;

WIRIX, P., Membre de la Chambre des Représentants.

QUESTIAUX, J., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages de Roton Farciennes et Oignies-Aiseau.

COMITE PERMANENT DES DOMMAGES MINIERS

Siège : 30, avenue Marnix, Bruxelles 5.

Président :

VANDENHEUVEL, A., Directeur général des Mines.

Secrétaire :

TONDEUR, A., Ingénieur principal divisionnaire des Mines ;

Membres :

ANDRE, A., Directeur administratif de la S.A. des Charbonnages du Borinage;

COTON, M., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages de Mambourg, Sacré-Madame et Poirier Réunis.

de MARNEFFE, P., Directeur-Gérant de la division « charbonnages de Winterslag » de la S.A. Espé rance-Longdoz à Genk ;

de VILLENFAGNE de VOGELSANK, baron Jean, à Zolder;

DURIAU J. ;

GALAND, G., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages du Bonnier;

GOSSART, M., Directeur-Gérant de la S.A. Charbonnages du Bois-du-Luc;

HUART, R., Géomètre-expert ;

LABARRE, A., Ingénieur Civil;

MARCHAND, A.;

MEILLEUR, P., Directeur gérant de la S.A. des Charbonnages de Bonne-Espérance;

PLATEUS, F., Notaire;

VINCENT, M., Directeur bij het Mijnvezen ;

WIRIX, P., Volksvertegenwoordiger.

QUESTIAUX, J., Directeur-Gerant van de N.V. « charbonnages de Roton Farciennes et Oignies-Aiseau » ;

VAST COMITE VOOR MIJNSCHADE

Zetel : 30, Marnixlaan, Brussel 5.

Voorzitter :

VANDENHEUVEL A., Directeur-Generaal der Mijnen.

Secretaris :

TONDEUR, A., Eerstaanwezend divisiemijningenieur ;

Leden :

ANDRE, A., Administratief Directeur van de N.V. Charbonnages du Borinage.

COTON, M., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages de Mambourg, Sacré-Madame et Poirier-Réunis ».

de MARNEFFE, P., Directeur-Gerant van de Afdeling « kolenmijnen van Winterslag » van de N.V. Espérance-Longdoz, te Genk ;

de VILLENFAGNE de VOGELSANK, baron Jean, te Zolder;

DURIAU, J. ;

GALAND, G., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages du Bonnier »;

GOSSART, M., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages du Bois-du-Luc »;

HUART, R., Deskundige landmeter ;

LABARRE, A., Burgerlijk Ingenieur;

MARCHAND, A.;

MEILLEUR, P., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages de Bonne-Espérance »;

PLATEUS, F., Notaris;

TABLEAU
DES
MINES DE HOUILLE
en activité

EN BELGIQUE

au 1er janvier 1968

LIJST VAN DE
STEENKOLENMIJNEN
IN BELGIE IN BEDRIJF

op 1 januari 1968

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondés de pouvoi	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDE
					BASSIN
Hensies-Pommerœul et Nord de Quiévrain 1894 ha 78 a 24 ca	Harchies, Hensies, Montrœul-sur-Haine, Pommerœul, Quiévrain, Thulin, Ville-Pommerœul.	Société anonyme des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul	Bruxelles	Jules Baudry Admin.-Délégué Direct. Général	Pomme
Hautrage et Hornu Ouest de Mons Rieu du Cœur et de la Boule Produits et Levant du Flénu Agrappe-Escouffiaux et Hornu-Wasmes Exploitées comme si elles ne constituaient qu'une seule concession 25.526 ha 85 a	Asquillies, Audregnies, Baisieux, Baudour, Boussu, Casteau, Ciply, Cuesmes, Dour, Elouges, Erbisœul, Eugies, Flénu, Frameries, Genly, Ghlin, Hainin, Harmignies, Harveng, Hautrage, Hensies, Hornu, Hyon, Jemappes, Jurbise, La Bouverie, Maisières, Masnuy-St-Jean, Mesvin, Mons, Montrœul-sur-Haine, Noirchain, Nimy, Nouvelles, Pâturages, Pommerœul, Quaregnon, Quiévrain, St-Ghislain, St-Symphorien, Sars-la-Bruyère, Spiennes, Tertre, Thuin, Villerot, Warquignies, Wasmes, Wasmuël, Wihéries.	Société anonyme des Charbonnages du Borinage	Cuesmes	Albert Verdonck Dirt-Gérant	Dou
					BASSIN
Bois du Luc, La Barette et Trivières 2525 ha	Bray, Houdeng-Aimeries, Houdeng-Goegnies, La Louvière, Maurage, Péronnes, Strépy, Trivières.	Société anonyme des Charbonnages du Bois-du-Luc	Houdeng-Aimeries	Maurice Gossart Administrateur Direct. Général	Houde Aimer
Concession de Ressaix, Mariemont, La Louvière 9416 ha 11 a 48 ca	Anderlues, Bellecourt, Binche, Bois-d'Haine, Buvrinnes, Carnières, Chapelle-lez-Herlaimont, Epinois, Fayt-lez-Manage, Forchies-la-Marche, Godarville, Gouy-lez-Piéton, Haine-Saint-Paul, Haine-Saint-Pierre, La Hestre, La Louvière, Leval-Trahegnies, Manage, Mont-Sainte-Aldegonde, Mont-Sainte-Geneviève, Morlanwelz, Péronnes, Piéton, Ressaix, Saint-Vaast, Souvret, Trazegnies, Trivières, Waudrez.	Société anonyme des Charbonnages du Centre	Ressaix	André Telle Direct. Général	Morlan

(1) Explication concernant le classement : nc = non classé ; sg = siège sans grisou ; 1 = siège à grisou de 1re

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1967 en tonnes		Nombre moyen de présences pendant les jours ouvrables en 1967
MS ou NUMEROS	Classement (1)	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCESSION	
ORINAGE							
Sartis	sg-1-2-3	Hensies	Pierre Schepers (Surface) Marcel Cuche (Fond)	Hensies Pommerœul	526 600	526 600	1 138
Tertre	sg-1-3	Tertre	Roger Saintenois (Fond) Paul Hermans (Surface)	Cuesmes Hornu	344 660	600 090	1 731
Heribus	sg-1-2-3	Cuesmes			255 430		
CENTRE							
Le Quesnoy	1-2-3	Trivières	Maurice Moline (Fond) André Stainier (Surface)	Houdeng-Aimeries Houdeng-Aimeries	380 930	380 930	1 071
St-Albert	1-2-3	Péronnes	Marc Pourtois (Fond)	Binche	162 080	381 000	1 041
Ste-Marguerite	2-3	Péronnes	Max Delhaye (Fond) Robert Buisseret (Surface) Léopold de Dorlodot (Triage-lavoir)	Haine-St-Pierre Péronnes Péronnes	218 920		

ège à grisou de 2[e] catégorie ; 3 = siège à grisou de 3[e] catégorie

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondés de pouvoir	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDEN
					BASSIN
Bois de la Haye 2089 ha	Anderlues, Buvrinnes, Carnières, Epinois, Leval-Trahegnies, Lobbes, Mont-Sainte-Aldegonde, Mont-Sainte-Geneviève, Piéton.	Société anonyme des Houillères d'Anderlues	Anderlues	Paul Van Bree Direct. Gérant	Anderl
Centre de Jumet 2371 ha 24 a 28 ca	Gosselies, Heppignies, Jumet, Ransart, Roux, Thiméon, Viesville, Wayaux.	Société anonyme des Charbonnages du Centre de Jumet	Jumet	Lucien Descamps Direct. Gérant	Jume
Monceau-Fontaine Marcinelle et Nord de Charleroi 7374 ha 99 a 54 ca	Acoz, Anderlues, Bouffioulx, Carnières, Chapelle-lez-Herlaimont, Charleroi, Couillet, Courcelles, Fontaine-l'Evêque, Forchies-la-Marche. Gerpinnes, Goutroux, Joncret, Landelies, Leernes Loverval, Marchienne-au-Pont, Marcinelle, Monceau-sur-Sambre, Montigny-le-Tilleul, Mont-sur-Marchienne, Piéton, Roux, Souvret, Trazegnies.	Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine	Monceau sur-Sambre	Jean Ligny Direct. Gérant	Marcin
Mambourg, Sacré-Madame et Poirier réunis 1535 ha 93 a 81 ca	Charleroi, Dampremy, Gilly, Jumet, Lodelinsart. Marchienne-au-Pont, Marcinelle, Monceau-sur-Sambre, Montignies-sur-Sambre, Ransart.	Société anonyme des Charbonnages Mambourg, Sacré-Madame et Poirier Réunis	Charleroi	Modeste Coton Direct. Gérant	Charle

(1) Extraction arrêtée le 14 janvier 1967.
(2) Extraction arrêtée le 30 septembre 1967.
(3) Extraction arrêtée le 14 juillet 1967.

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1967 en tonnes		Nombre moyen de présences pendant les jours ouvrables en 1967
MS ou NUMEROS	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCESSION	
HARLEROI-NAMUR							
nº 6	3	Anderlues	Jules Bernard (Fond)	Anderlues	269 595	269 595	756
			Marcel Willem (Surface)	Anderlues			
St-Quentin (1)	1	Jumet	Léon Waterschoot (Fond et Surface)	Jumet	5 741	101 829	384
St-Louis (2)	1	»			96 088		
nº 4/6 (3)	2	Monceau s/Sbre	Modeste Alexis (Fond)	Monceau s/Sambre	66 330		
nº 18	2	Marchienne			225 140		
Section Ouest nº 14	1-2	Goutroux	Maurice France (Fond)	Forchies-la-Marche	133 930	918 600	2 487
nº 17	2	Piéton			127 590		
Section Est nº 19	2	Marchienne	Raoul Dieu (Fond)	Montignies-le-Tilleul	181 040		
nº 25	2-3	Couillet	Jean Ghilain (Surface)	»	184 570		
Direction Nord nº 1	2	Charleroi	Jacques Andry (Fond et Surface)	Montignies s/Sambre	202 780	393 200	
Direction Sud St-Théodore	2	Dampremy			190 420		923

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondés de pouvoir	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDEN
Bois du Cazier, Marcinelle et du Prince 875 ha 12 a 7 ca	Couillet, Gerpinnes, Jamioulx, Loverval, Marcinelle, Mont-sur-Marchienne, Nalinnes	Société anonyme du Charbonnage du Bois du Cazier	Marcinelle	Guy Van Geersdaele Ingénieur Direct. Gérant	Jume
Trieu-Kaisin 733 ha 13 a	Châtelineau, Gilly, Montigny-sur-Sambre.	Société anonyme des Charbonnages du Trieu-Kaisin	Châtelineau	Albert Jacques Direct. Gérant	Châtelin
Nord de Gilly 155 ha 85 a 60 ca	Châtelineau, Farciennes, Fleurus, Gilly.	Société anonyme des Charbonnages du Nord de Gilly	Fleurus	Auguste Gilbert Administrateur Direct. Gérant	Gilly
Gouffre-Carabinier et Ormont réunis 2047 ha 37 a 74 ca	Bouffioulx, Châtelet, Châtelineau, Gilly, Pironchamps, Pont-de-Loup, Presles.	Société anonyme des Charbonnages du Gouffre	Châtelineau	Albert Cochet Direct. Gérant	Châtelin
Petit-Try, Trois Sillons Sainte-Marie Défoncement et Petit-Houilleur réunis 528 ha 75 a 64 ca	Farciennes, Fleurus, Lambusart.	Société anonyme des Charbonnages du Petit-Try	Lambusart	Jacques Schein Dir.-Gérant	Hoeilaa
Tergnée, Aiseau-Presle 925 ha 42 a 72 ca	Aiseau, Farciennes, Pont-de-Loup, Presles, Roselies (prov. de Hainaut), Le Roux (prov. de Namur).	Société anonyme du Charbonnage d'Aiseau-Presle	Farciennes	Jacques Schein Direct. Gérant	Hoeylaer
Roton Ste-Catherine 404 ha 79 a 37 ca	Farciennes, Fleurus.	Société anonyme des Charb. Réunis de Roton-Farciennes et Oignies-Aiseau	Tamines	Joseph Questiaux Direct. Gérant	Tamine
Bonne Espérance 184 ha 54 a 13 ca	Farciennes, Lambusart (prov. de Hainaut), Moignelée (prov. de Namur).	Société anonyme des Charbonnages de Bonne-Espérance	Lambusart	Paul Meilleur Administrateur Direct. Gérant	Moignel

(1) Extraction arrêtée le 9 décembre 1967.
(2) Extraction arrêtée le 31 mars 1967.

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1967 en tonnes		Nombre moyen de présences pendant les jours ouvrables en 1967
MS ou NUMEROS	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCESSION	
St-Charles (1)	2-3	Marcinelle	Eugène Jacquemyns (Fond et Surface)	Marcinelle	27 125	27 125	57
8 (Pays-Bas) (2)	2	Châtelineau	Armand Lequeux (Fond) René Scheirlinckx (Surface)	Châtelineau Châtelineau	30 188	30 188	517
n° 1	1	Fleurus	André Demoulin (Fond et Surface)	Fleurus	115 530	115 530	421
n° 7 n° 10	2 1	Châtelineau »	Josse Van Elslander (Fond et Surface)	Châtelineau	132 600 197 100	329 700	1 082
Ste-Marie	1	Lambusart	René Bremer (Fond) Adolphe Cornet (Surface)	Farciennes Lambusart	433 169	433 169	1 102
Tergnée	1	Farciennes	Emile Lebrun (Fond et Surface)	Farciennes	388 330	388 330	784
Ste-Catherine Aulniats	1 1	Farciennes »	Georges Leclercq (Fond) Omer Denis (Surface) Jacques Gaillard (Triage-lavoir)	Farciennes Farciennes Tamines	367 600 306 600	674 200	1 539
n° 1	1	Lambusart	Jean Rysenaer (Fond et Surface)	Moignelée	138 950	138 950	424

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondés de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDEN
BASSIN D					
Bonnier 355 ha 08 a 20 ca	Grâce-Berleur, Hollogne-aux-Pierres, Loncin	Société anonyme des Charbonnages du Bonnier (en liquidation)	Grâce-Berleur	Collège des liquidateurs	Grâce-Berl
Espérance et Bonne-Fortune 494 ha 20 a 92 ca	Alleur, Ans, Glain, Grâce-Berleur, Liège, Loncin, Montegnée, Saint-Nicolas-lez-Liège.	Société anonyme des Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune	Montegnée	Guy Paquot Direct. Gérant	Liège
Patience-Beaujonc 285 ha 45 a	Ans, Glain, Liège.	Société anonyme des Charbonnages de Patience et Beaujonc	Glain	Etienne Decat Direct. Gérant	Ans
Cockerill 397 ha 04 a 64 ca	Jemeppe-sur-Meuse, Ougrée, Seraing, Tilleur	Société anonyme Cockerill-Ougrée Providence	Seraing	Charles Huriaux Direct. général Raoul Dufrasne Directeur	Liège Liège

(1) Extraction arrêtée le 31 janvier 1967 (société en liquidation à partir du 1-1-1968).

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1967 en tonnes		Nombre moyen de présences pendant les jours ouvrables en 1967
MS ou NUMEROS	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCESSION	
EGE							
Péry (1)	1	Grâce-Berleur	Théophile Debatty (Fond) Germain Delaunois (Surface)	Boëlle Grâce-Berleur	1 700	1 700	16
Nouvelle-Espérance	2	Montegnée	André Leloup	Montegnée	167 655	332 300	1 130
St-Nicolas	2	Liège	André Bodart	Glain	164 645		
Bure aux femmes	1	Glain	Jean Baptiste Van Nieuwenhoven (Fond) Edmond Ramaut (Surface)	Glain Liège	203 000	203 000	758
Colard	2	Seraing	Albert Bande	Seraing	191 000	191 000	482

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondés de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SOCIAL SIEGE	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDEN
Grande-Bacnure et Petite-Bacnure 511 ha 69 a 52 ca	Herstal, Liège, Vottem.	Société anonyme des Charbonnages de la Grande-Bacnure	Vottem	Georges Delrée Direct. Gérant	Liège
Belle-Vue et Bien-Venue 202ha 62 a 84 ca	Herstal, Liège, Vottem.	Société anonyme des Charbonnages du Hasard	Micheroux	Maurice Cambier Administrateur-Direct. Gérant	Michero
Hasard-Cheratte 3406 ha 66 a 48 ca	Ayeneux, Barchon, Cerexhe-Heuseux, Cheratte, Evegnée, Fléron, Housse, Magnée, Melen, Micheroux, Mortier, Olne, Queue du Bois, Retinne, Saint-Remy, Saive, Soumagne, Tignée, Trembleur, Wandre.	Société anonyme des Charbonnages du Hasard	Micheroux	Maurice Cambier Administrateur-Direct. Gérant	Michero
Wérister 2623 ha 11 a 26 ca	Angleur, Ayeneux, Beyne-Heusay, Bressoux, Chaudfontaine, Chênée, Fléron, Forêt, Grivegnée, Jupille, Magnée, Olne, Queue du Bois, Romsée, Vaux-s/Chèvremont.	Société anonyme des Charbonnages de Wérister	Romsée	René Dessard Administrateur-Direct. Gérant	Beyne-Heu
Herve-Wergifosse 2274 ha 78 a 80 ca	Ayeneux, Battice, Bolland, Chaineux, Grand Rechain, Herve, Melen, Olne, Soumagne, Xhendelesse.	Société anonyme des Charbonnages de Wérister	Romsée	René Dessard Administrateur-Direct. Gérant	Beyne-Heu
Argenteau-Trembleur 964 ha 90 a 87 ca	Argenteau, Cheratte, Dalhem, Feneur, Mortier, Saint-Remy, Trembleur.	Société anonyme des Charbonnages d'Argenteau	Trembleur	Jean Ausselet Adm.-Délégué	Lodelinsa

(1) Extraction arrêtée le 30 avril 1967.

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1967 en tonnes		Nombre moyen de présences pendant les jours ouvrables en 1967
…S ou NUMEROS	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCESSION	
Petite-Bacnure	1	Herstal	Yvon Deloge (Fond) Jean Massin (Surface)	Ans Liège	233 300	233 300	862
Belle-Vue	2	Herstal	Louis Nicolas Edmond Versieux (Serv. électr. Fond et Surf.)	Cheratte Micheroux	104 913	104 913	312
Micheroux	2	Micheroux	André Pierlot	Soumagne	226 406	473 814	1 451
Cheratte	1	Cheratte	Gérard Séquaris	Herstal	247 408		
			Edmond Versieux (serv. électr. Fond et Surf.)	Micheroux			
Romsée (1)	2	Romsée	Henri Mathieu (Fond) Jules Jamoulle (Surface)	Beyne-Heusay »	55 800	55 800	335
José (anciennement Xhawirs)	1	Battice	José Bindelle	Xhendelesse	122 500	122 500	427
Marie	1	Trembleur	Jean Defer	Blegny-Trembleur	161 600	161 600	471

CONCESSIES		Vergunninghoudende Vennootschappen		Gevolmachtigde personen	
NAAM EN OPPERVLAKTE	GEMEENTEN waaronder zij zich uitstrekken	NAAM	MAAT-SCHAPPE-LIJKE ZETEL	NAAM, VOORNAMEN EN TITEL	WOON PLAAT
					KEMPEN
Beeringen-Coursel 5271 ha	Beringen, Beverlo, Heppen, Heusden, Koersel, Lummen, Oostham, Paal, Tessenderlo.	Naamloze Vennootschap Kempense Steenkolenmijnen	Grote Baan, 27, Houthalen	Camille Vesters Directeur-Generaal	Koers
Helchteren-Zolder 7060 ha	Helchteren, Heusden, Houthalen, Koersel, Zolder, Zonhoven.				
Houthaelen 3250 ha	Genk, Hasselt, Houthalen, Zolder, Zonhoven.				
Winterslag Genck-Sutendael 3963 ha	As, Genk, Mechelen-aan-de-Maas, Opgrimbie, Zutendaal.				Genk
André Dumont sous-Asch 3080 ha	As, Genk, Mechelen-aan-de-Maas, Niel (bij As), Opglabbeek.				
Sainte-Barbe et Guillaume Lambert 5408 ha	Dilsen, Eisden, Lanklaar, Leut, Mechelen-aan-de-Maas, Meeswijk, Rotem, Stokkem, Vucht.				

(1) Uitleg aangaande de indeling; nc = niet ingedeeld; sg = zetel zonder mijngas; 1 = zetel gerangschikt gerangschikt in de 3e categorie der mijnen met mijngas.

Ontginningszetels			Verantwoordelijke leiders		Nettoproduktie in 1967		Gemiddeld aantal aanwezigheden op de werkdagen in 1967
NAAM	INDELING (1)	GEMEENTE	NAAM EN VOORNAMEN	WOON-PLAATS	PER ZETEL	PER CONCESSIE	
KKEN							
Kleine-Heide	1	Koersel	Jules Rousseau (Ondergrond) Georges Dellicour (Bovengrond)	Koersel »	1 743 185	1 743 185	3 089
Voort	1	Zolder	John Curtis (Ondergrond) Camille Parée (Bovengrond)	Heusden Heusden	2 359 000	2 359 000	5 160
Winterslag	1	Genk	Francis Verhees (Ondergrond) Jacques van Damme (Bovengrond)	Genk »	1 635 514	1 635 514	3 428
Waterschei	1	Genk	Jean Goffin (Ondergrond) Firmin Verhaege (Bovengrond)	Genk »	1 426 600	1 426 600	2 886
Eisden	1	Eisden	Guy Seutin (Ondergrond) Pierre Ghysels (Bovengrond)	Eisden »	1 681 580	1 681 580	3 807

...orie der mijnen met mijngas ; 2 = zetel gerangschikt in de 2e categorie der mijnen met mijngas ; 3 = zetel

Sélection des fiches d'Inichar

Inichar publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet*, à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet*, donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. **B 10** Fiche n° **48.168**

F. CLAES. Möglichkeiten zur Rationalisierung der Schachtförderung. *Possibilités de rationalisation de l'extraction par puits.* — **Glückauf**, 1967, 9 novembre, p. 1165/1170, 11 fig.

Le tonnage brut journellement extrait par puits, ainsi que le taux d'utilisation du puits à l'extraction, dans les charbonnages de la République fédérale d'Allemagne, se sont notablement accrus, au cours des dernières années, suite aux mesures d'ordre technique et d'organisation qui ont été prises. Le passage aux puits uniquement utilisés à l'extraction a fourni des avantages substantiels. La reconstruction des puits existants comportant entre autres le recarrage et la modernisation de leur équipement, revêt à l'heure actuelle une importance particulière. La fixation de nouvelles hauteurs d'étages et le comportement du guidage le long du puits, surtout dans le cas de puits existants ayant subi l'influence d'exploitations, sont des tâches essentielles imparties à la planification. Pour ces travaux de reconstruction et de recarrage, on peut utiliser soit des planchers volants de travail établis derrière les moises, soit les cages normales d'extraction mêmes ou des cagettes de service rapportées avec planchers de travail à un ou plusieurs paliers porteurs. Cette disposition permet également la mise en oeuvre de foreuses à grand diamètre pour le forage des trous de consoles. Le planning des délais de temps nécessaires (timing) et de l'exécution des travaux individuels est particulièrement important. La rationalisation s'exerce avant tout dans les domaines d'exploitation, qui, dans le cycle de la production, s'intercalent avant et après l'opération d'extraction le long du puits. Depuis quelques temps, on parle également de recourir, pour l'extraction, à des puits inclinés équipés avec bande transporteuse. Pour le bassin de la Ruhr, il importerait avant d'appliquer cette formule, de procéder à des utilisations à titre expérimental, bien que, a priori, les conditions de leur emploi paraissent peu favorables.

IND. **B 114** Fiche n° **48.189**

W.J.S. OSTROWSKI. Design aspects of ground consolidation by the freezing method for shaft sinking in Saskatchevan. *Le projet de consolidation des terrains par le procédé de la congélation dans le fonçage de puits de Saskatchevan.* — **The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin,** 1967, octobre, p. 1145/1153, 11 fig.

L'exploitation du gisement de potasse de Saskatchevan au Canada demande le fonçage de puits traversant des assises aquifères sur des profondeurs de 600 à 900 m, dans lesquelles on a appliqué le procédé de la congélation. L'article rappelle l'historique du procédé, originaire d'Europe, les principes de base, les propriétés physiques et mécaniques des roches, ainsi que leurs propriétés thermiques. On détermine ensuite les éléments technologiques du projet de congélation, dimensions du cercle et du cylindre formé par les tubes congélateurs et données concernant la circulation de la saumure, nombre et écartement des sondages, capacité de l'installation de congélation, formation du mur de glace. La température à prévoir dans l'application est de l'ordre de — 30° C. Le problème de la congélation dans le cas envisagé est assez spécial en raison de la salinité des eaux et de la nature des terrains aquifères : limons glaciaires à la surface, puis formations crétacées schisto-gréseuses reposant sur le Jurassique, le Triasique et le Dévonien.

IND. **B 23** Fiche n° **48.137**

W.E. NICHOLSON. Big bits drill big tunnels, raises, shafts. *Grands outils de forage de tunnels, montages, puits.* — **World Mining,** 1967, octobre, p. 44/51, 13 fig.

L'article décrit plusieurs machines de forage à grand diamètre utilisées surtout dans des mines métalliques américaines pour puits ou montages. On procède généralement par forage d'un trou-pilote de petit diamètre, et alésage à grand diamètre, le premier étant foré en descendant et le second en montant ou inversement, le premier procédé étant souvent préféré : Machine Alkirk : diamètre 1,50 m à 1,80 m, 120 m de forage à 3 m/h. Trou pilote de 15 cm de diamètre. Poussée 250 t, 364 ch, 4 m de longueur. Machine Salzgitter à carottage, diamètre allant jusqu'à 1,50 m. Machine Robbins. Nombreuses performances en terrains durs aux Etats-Unis. Machine Strela, construction russe. Machine Hughes. Un outil géant pesant 12.247 kg élargissant à 4 m de diamètre un trou de 2,40 m. Performances diverses. L'article énonce quelques principes directeurs pour la construction des outils de forage en tenant compte des conditions particulières du problème. Il donne les caractéristiques limitant les possibilités des machines. Le guidage peut actuellement s'effectuer en utilisant le laser qui fournit un contrôle facile de la direction du trou, pouvant être automatique. On réalise des pressions de 2.400 kg/cm² sur la section de forage.

IND. **B 24** Fiche n° **48.055**

Y. BARBIER. Forage à grand diamètre. — **Annales des Mines** (France), 1967, septembre, p. 9/26, 12 fig.

Les techniques de forage à grand diamètre, c'est-à-dire à partir d'un mètre, sont en plein développement, particulièrement aux U.S.A. et en U.R.S.S. Après un rapide historique, l'auteur indique les avantages que l'on peut en attendre dans les domaines de l'économie, de la rapidité et de la sécurité. Dans une 2ème partie, il décrit les matériels et installations utilisés, en montrant les problèmes particuliers que pose la technique des grands diamètres comparée à celle des forages pétroliers classiques, que ce soit en rotary ou en turbo ou électroforage. L'article se termine par quelques considérations sur le forage de tunnels horizontaux et sur les évaluations de prix de revient.
Résumé de la Revue.

IND. **B 30** Fiche n° **48.164**

H.W. WILD. Gesichtpunkte bei der Bemessung der Abschlaglänge beim Streckenvortrieb. *Points de vue concernant la fixation des longueurs de volée lors du creusement des voies.* — **Nobel Hefte,** 1967, septembre/novembre, p. 188/218, 40 fig.

L'amélioration du rendement au creusement et la réduction des coûts y afférents représentent l'un des problèmes encore à résoudre dans l'industrie charbonnière. A ce sujet, on se pose la question de savoir si l'emploi de machines de traçage ou le creusement par la méthode conventionnelle, c'est-à-dire à l'aide d'explosifs, est plus efficace et économique. Il est bien connu que les progrès de la technique du tir réalisés au cours de ces dernières années ont permis d'augmenter la profondeur de volée. L'auteur passe en revue les principaux paramètres qui ont une influence sur la profondeur de volée, tels que la nature des roches, les propriétés des explosifs, leur confinement dans les trous de mine, les corrélations entre ces facteurs et la technique du tir. L'auteur discute les avantages des divers types de bouchon et des différentes méthodes d'amorçage et souligne l'importance d'une bonne organisation des travaux. Tout en admettant que l'augmentation de la profondeur de volée entraîne une consommation plus élevée d'explosifs par mètre d'avancement, on doit reconnaître que ces dépenses supplémentaires ne sont pas seulement compensées, mais tournent en profit, lorsqu'on réussit à augmenter la vitesse d'avancement avec le même nombre de postes et le même coût de salaires. Un autre aspect très intéressant de la communication est la question de savoir si les profondeurs de volée que l'on vient d'atteindre peuvent être regardées comme

es valeurs optimales, s'il semble possible de les ausser encore davantage ou si plutôt une augmenation du nombre de cycles par jour, et par conséuent, une diminution de la profondeur de volée emble préférable, parce qu'elle permettrait une rganisation plus rationnelle des travaux de traçage. e grand nombre de données techniques et les anayses des coûts de traçage inclus dans le texte seront ès utiles pour l'expert quand il s'agit de déterminer i, dans un cas donné, l'emploi d'une machine de raçage ou le creusement par la méthode convenionnelle semble plus économique.
Résumé de la revue.

ND. B 32 Fiche n° **48.010**

V. ARH. Betrachtungen über das Auffahren geneiger Gesteinsstrecken unter besonderer Berücksichtiung der Erfahrungen beim Herstellen eines längeren ufbruches. *Considérations sur le creusement de boueaux plantants en se référant en particulier aux expéiences acquises lors de l'établissement d'un burquin lus long, creusé en montant.* — **B.H.M.** (Berg- und Hüttenmännische Monatshefte), 1967, août, p. 226/31.

Introduction. — Considérations générales sur le reusement en montant de galeries au rocher, en articulier dans les ouvrages souterrains nécessités ar les centrales hydrauliques. — Comparaison des eux méthodes de creusement, d'une part en monant, et d'autre part, en descendant. Avantages et nconvénients de chacune d'elles. — Mécanisation es travaux de creusement. Facteurs influençant les pérations. — Cas particulier des travaux d'une gaerie inclinée d'amenée d'eau sous pression à la entrale hydraulique de Oscheniksee (Autriche) : ongueur 1200 m, section 6 m^2, inclinaison 35°. — Particularités des opérations élémentaires d'établisement de la galerie inclinée : organisation des ravaux, équipements utilisés pour le forage et tirs e mines, le chargement et l'évacuation des délais. — Conduite de l'aérage, de l'exhaure etc... Conclusions.

ND. B 4110 Fiche n° **48.140**

.W. MORTON et T.D. HINDLEY. Advancing and etreating longwall working in the 5/4 seam, Westoe olliery. *Exploitation par longues tailles avançantes et abattantes dans la couche 5/4 du charbonnage de Westoe.* — **Colliery Guardian,** 1967, 27 octobre, p. 83/490, 10 fig.

Westoe, dans le Nord Durham, dépasse la proluction de 5500 t/jour avec un rendement total net de 2600 kg/hp. La couche forme un ensemble le charbon et pierres de 3,60 m, dont on exploite a meilleure partie, de 1,35 m. Une taille avançante le 100 m environ a été exploitée avec machine abateuse-chargeuse à tambour et soutènement à proression mécanique Gullick-Seaman à 6 étançons. Epis de remblais construits à la main avec les pierres de bosseyements dans la voie. Voie principale avec cintres de 3,60 × 3 m et voie de retour de 3 × 2,40 m ; 3 postes de production plus un poste d'entretien. On a rencontré des venues d'eau assez importantes et un commencement d'échauffement spontané. On a procédé à des injections de « hardstop » dans les remblais et à des aspersions. Un service de prises d'échantillons d'air a été régulièrement organisé. Finalement, des barrages ont été construits et la taille a été abandonnée. Elle a été remplacée par une taille rabattante montée avec le matériel retiré de la première. Un système de balayage de la zone des remblais et du foudroyage, dans le voisinage de la voie de retour d'air, par le courant d'air de la taille, a été établi avec l'aide de conduites d'aérage de 0,60 m de diamètre, un ventilateur soufflant et des cloisons en toile. Les résultats ont été satisfaisants. Le rendement de la taille avançante a été très inférieur à celui de la taille rabattante. Les voies de traçages ont été creusées avec mineurs continus Lee Norse.

IND. B 426 Fiche n° **48.066**

MEHMET GUNEY. Hydraulic stowing techniques of working thick, dipping coal seams in Armutcuk mine. Turkey. *Techniques de remblayage hydraulique appliquées dans l'exploitation des couches puissances fortement inclinées à la mine Armutcuk (Turquie).* — **Institution of Mining and Metallurgy,** Section A, Bulletin n° 731, 1967, octobre, p. A 129/A 137, 8 fig.

Au cours de la dernière décennie, dans la mine d'Armutcuk, des modifications diverses ont été apportées à la méthode des chambres et piliers et à celle du foudroyage par sous-étage, en vue d'une part, d'essayer d'éliminer les incendies au remblai, les risques d'éboulement de toit, les affaissements de surface et, d'autre part, d'accroître la productivité du fond. Il fut en l'occurrence constaté que le le système le plus apte à fournir la rentabilité maximale, compte tenu des conditions géologiques existantes et des caractéristiques des couches, était la méthode d'exploitation par « cut and fill » avec remblayage hydraulique. L'auteur analyse les tendances de la technique opératoire du remblayage hydraulique et, en outre, discute les résultats acquis à ce jour et les problèmes techniques impliqués qu'il reste à résoudre.

IND. B 426 Fiche n° **48.067**

J.A. COX. Latest developments and draw control in sub-level caving. *Les plus récents développements et le contrôle d'extraction dans la méthode de foudroyage par sous-étage.* — **Institution of Mining and Metallurgy,** Section A, Bulletin n° 731, 1967, octobre, p. A 149/A 160 (y compris discussions et contributions), 16 fig.

L'application croissante du foudroyage par sousétage pour l'exploitation des grands amas de mine-

rais est due, en ordre principal, à la facilité offerte par cette méthode à la mécanisation des opérations, aux récents développements des techniques d'exploitation et à la meilleure compréhension de la théorie du foudroyage par sous-étage. La présente étude illustre un des facteurs clés à l'origine du succès de cette méthode spécialement dans les mines métalliques à filons minces disséminés, à savoir : l'existence d'un service efficient et efficace de contrôle des pertes de gisement et des minerais abandonnés. L'auteur expose brièvement la théorie du foudroyage par sous-étage ainsi que les récentes dispositions de sa mise en oeuvre en vue de fournir la « toile de fond » nécessaire à un compte rendu du contrôle des pertes de gisement utiles. Il décrit et compare entre elles les méthodes de contrôle actuellement usitées. Les références concernant le sujet en cause se limitent uniquement, d'une part, aux mines de cuivre de Mufulira (Zambie) où fonctionne un contrôle sévère de la richesse en métal du filon et de ses épontes et, d'autre part, à plusieurs mines de fer suédoises où l'abandon de certaines parties du gisement est contrôlé presque exclusivement par des moyens visuels. Suit, après cela, un compte rendu du contrôle proposé par l'auteur et que la mine de Mufulira compte effectivement appliquer prochainement lorsque la production mensuelle qui actuellement est de 80.000 t aura atteint 200.000 t.

IND. **B 510** Fiche n° **48.136**

B. MILASOVSKY. Volume determination in open-cut mining. *La détermination du volume dans l'exploitation à ciel ouvert.* — **Mining Magazine,** 1967, juillet, p. 10/29, 10 fig.

On sait que le relevé périodique des exploitations à ciel ouvert par les méthodes de géodésie classique ou photogrammétriques peut être effectué de plusieurs façons différentes. De même, plusieurs formules sont utilisables pour le calcul subséquent du volume des masses extraites. Dans la présente étude, on analyse dans leur application à la méthode des sections verticales : 1) Les formules trapézoïdales avec corde sous-tendue. 2) Les formules trapézoïdales avec tangente à la courbe. 3) Les formules de Simpson. 4) Les formules de pyramides tronquées. Finalement on obtient les volumes par les quatre formules différentes dans un exemple numérique à titre indicatif. Les index d'exactitude sont également comparés respectivement et avec les résultats exacts fournis par l'intégration. La méthode Simpson se montre avantageuse d'abord par sa simplicité et ensuite par son haut degré d'exactitude. Elle s'applique à n'importe quel type de terrain et sous n'importe quelles conditions d'exploitation. L'objet des exploitations envisagées est constitué par les réserves nationales de Hongrie et plus particulièrement celles des dépôts de lignite à faible profondeur.

IND. **B 512** Fiche n° **48.08**

L. RASPER. Beitrag zum kontinuierlichen Direktversturz in Tagebaubetrieben unter Verwendung von Schaufelradbaggern. *Exposé concernant le déversement direct en continu, dans les exploitations à ciel ouvert au moyen d'excavateurs à roue-pelle.* — **Fördern und Heben,** 1967, octobre, p. 793/799, 16 fig.

Le déversement direct des déblais peut s'effectuer au moyen d'engins à flèche qui forment une unité intégrale avec la machine excavatrice ou qui sont reliés seulement pour les manutentions à des chariots de transfert, ainsi qu'à l'aide de ponts de transport surplombant le chantier d'exploitation ou bien d'excavateurs à câbles. Bien que le déversement direct ait déjà été effectué aussi avec des excavateurs à roue-pelle utilisés comme engins d'exploitation et au moyen de ponts de manutention, on a eu toutefois recours uniquement, ces dernières années, à des chariots de transfert et engins déposeurs, ainsi qu'il ressort d'exemples concernant des exploitations de lignite, de phosphate et de houille à ciel ouvert ainsi que la construction de canaux. Ces exemples démontrent la diversité d'applications du déversement direct en continu, en se limitant aux installations en service dans la République fédérale d'Allemagne et à celles fournies à l'étranger par des constructeurs allemands. Il est également possible d'opérer un déversement direct combiné dans la tranche inférieure et l'évacuation des déblais, pour la tranche supérieure, au moyen de systèmes de bandes transporteuses déplaçables installés autour du chantier d'exploitation.

Résumé de la Revue.

IND. **B 9** Fiche n° **48.202**

F. DELORT. Exploitations minières avec des explosions nucléaires souterraines. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1967, octobre, p. 729/739, 7 fig.

Après avoir décrit les effets des explosions nucléaires, l'auteur examine les applications possibles des explosions nucléaires souterraines à l'exploitation minière ; technique du foudroyage en masse, de la lixiviation et des mines à ciel ouvert. Pour le foudroyage, les tirs nucléaires fractureraient les roches (100 Mt pour un tir de 70 kg/t) et permettraient l'extraction dans les zones trop dures pour être exploitées par des moyens conventionnels. La lixiviation in situ pourrait s'effectuer dans la cheminée d'éboulis et être d'un grand intérêt pour des gisements de cuivre, uranium... Si dans les deux cas précédents, les problèmes de sécurité, de radioactivité et séismique sont peu importants, ils le seraient davantage pour les mines à ciel ouvert creusées par des cratères nucléaires, et cette application paraît moins proche que celles des mines souterraines. Résumé de la Revue.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT.

ND. **C 21** Fiche n° **48.165**

I.G. SEEGER et G. HEIDERSDORF. Der Staffeleinbruch beim Streckenvortrieb im Steinkohlenbergbau nd seine Einführung auf dem Steinkohlenbergwerk ophia Jacoba. *Le bouchon « en escalier » lors du reusement de voies dans les charbonnages et son pplication au charbonnage Sophia Jacoba.* — **Nobel Hefte,** 1967, septembre/novembre, p. 219/230, 12 fig.

Les expériences et les essais pratiques qui font 'objet de cette communication avaient pour but de nettre au point un nouveau type de bouchon pernettant d'augmenter la profondeur de volée dans e creusement de galeries au fond. Les auteurs exposent d'abord les conditions auxquelles un bouchon efficace et sûr à la fois doit satisfaire. La solution fut trouvée sous forme du bouchon en escalier dont le principe est expliqué et comparé avec les types de bouchon conventionnels et avec le procédé de tir à mines parallèles. Le succès du bouchon en escalier est prouvé par l'extension de son application. Pendant plusieurs années, les essais de la mine Sophia Jacoba étaient concentrés sur le tir à mines parallèles et, en mettant à profit dans la mesure du possible les avantages de cette méthode, on atteignait régulièrement une profondeur de volée de 2 m. A l'aide du bouchon en escalier, on réussit à porter la profondeur de volée sans aucun risque à 3 m, et ceci dans les conditions particulièrement difficiles des strates du carbonifère (gisement d'anthracite). Le rendement au creusement dépend essentiellement du nombre de volées par poste — soit une seule volée à grande profondeur ou plusieurs volées plus courtes — et de l'organisation du cycle d'opérations qui est représenté sous forme d'un schéma.

Résumé de la revue.

IND. **C 233** Fiche n° **48.059**

SERVICE TECHNIQUE DE LA CHAMBRE SYNDICALE DES MINES DE FER. L'introduction du tir au nitrate-fuel chargé en vrac dans les mines de fer de France. — **Bulletin Technique de la Chambre Syndicale des Mines de Fer,** n° 85, 4me trimestre, 1966, p. 231/268, 25 fig. — **Annales des Mines** (France), 1967, septembre, p. 72/73, 2 fig.

L'utilisation de l'explosif AN-FO dans les travaux du fond pose certains problèmes : 1) dangers présentés par les charges électrostatiques qui peuvent naître pendant le chargement en vrac du mélange et provoquer des explosions prématurées ; 2) toxicité des fumées de tir. En France, avant de procéder à des tirs expérimentaux au fond, les mines de fer de Lorraine ont mené *au laboratoire*, une 1ère série d'études et d'essais sur la sensibilité des détonateurs électriques haute tension aux charges électrostatiques, ainsi que pour les précautions à prendre pour éviter la formation des dites charges pendant le chargement en vrac. Une 2ème série d'essais au laboratoire a porté sur les caractéristiques de l'explosif AN-FO. D'autre part, des essais de tir *dans les chantiers du fond* ont été réalisés dans plusieurs mines de Lorraine. Ils ont permis d'énoncer un certain nombre de recommandations : 1) les valeurs de la densité linéaire de l'explosif doivent être respectées suivant le diamètre du trou de sonde : par exemple, pour le diamètre 44 mm : entre 1,2 et 1,3 kg/m ; pour le 32 mm, entre 0,63 kg/m et 0,69 kg/m — 2) l'amorçage postérieur est recommandé sauf le cas particulier du percement des recoupes : dans ce cas et tant que l'amorçage intermédiaire ne sera pas autorisé, il est recommandé de laisser vide le fond du trou sur 0,40 m environ — 3) il y a risque de compactage de l'explosif si la distance entre les points les plus rapprochés de deux coups est inférieure à 0,50 - 0,30 m — 4) le nitrate-fuel mis en place à l'air comprimé peut être considéré comme « bourré » au chargement. L'économie réalisée par l'emploi de l'AN-FO en place du Minex serait au minimum de 37 % sur les frais d'explosifs, artifices exclus.

IND. **C 4224** Fiche n° **48.036**

X. Scraper ploughing. *Le rabot scraper.* — **Colliery Engineering.** 1967, octobre, p. 378/384, 12 fig.

Description du rabot scraper construit par les ACEC. Conçu pour couches au-dessus de 30 cm, couches allant jusqu'à 10° de pente, il est tiré par chaîne sans fin. On expose d'abord le principe du rabot à auto-pénétration en forme de T attaché à la chaîne de traction par son pied et par une de ses extrémités latérales, principe qui réduit considérablement les risques de calage. Un train de skips-scrapers accompagne le rabot. Le système ACEC-Plassat, pour couches pentées de 25 à 55°, quelque peu différent permet de limiter à 1,50 m la largeur du toit laissée sans soutènement au front de taille. On décrit les deux types d'engins moteurs : double et simple, ce dernier avec renvoi à l'extrémité de taille. Puissance 115 ch par moteur en général, chaîne éprouvée à 49 t, boîte d'engrenages réducteurs, accouplements, bâtis. On décrit également les dispositifs d'ancrages par vérins aux deux extrémités de la taille, l'unité de renvoi de la chaîne, les connexions, les modes de protection des moteurs et l'équipement de signalisation dans les deux cas de simple ou double unité motrice. Le rabot scraper demande des épontes assez bonnes mais constitue un moyen d'abattage très souple, relativement simple. On a atteint en couche mince et plate avec 3 hommes une production de 100 t par poste et en couche plus puissante et inclinée 500 t et plus.

IND. **C 230** Fiche nº **48.030**

P. LAMBOOY. The role of explosives in mining in Southern Africa. *Le rôle des explosifs en exploitation sud-africaine.* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy,** 1967, août, p. 22/37, 4 fig.

L'essor de l'industrie extractive en Afrique du Sud a commencé en 1867, avec la découverte des gisements de diamant et d'or. Les premiers explosifs utilisés sur une grande échelle et fabriqués en Afrique du Sud ont été la nitro-glycérine et ses dérivés, dynamite gélignite et explosifs de sécurité divers. Les explosifs à base de nitrate d'ammonium sont venus ensuite et se sont développés sous la dénomination de « Ammonium Nitrate blasting agents » (ANBA) avant et après la deuxième guerre mondiale et pour les exploitations à ciel ouvert. Le nitrate est sensibilisé par le pétrole. Plus récemment encore, sont venus les explosifs « Slurry », mélanges sous forme de boue ou de gel, de nitrate d'ammonium sensibilisé par des métaux aluminium principalement ou d'autres substances. Le transport, le mélange et la mise en place de ces explosifs se font par des méthodes spéciales mais assez simples. Les slurries peuvent être fournis par les fabricants sous forme de cartouches et utilisés dans certains travaux souterrains. Ayant fait l'historique des explosifs utilisés en Afrique du Sud, l'article décrit les détonateurs instantanés et à retard, les accessoires de tirs, et renseigne sur l'importance commerciale des explosifs en Afrique du Sud. On y prévoit un déclin de la production de l'or et une reconversion corrélative de l'industrie extractive.

IND. **C 44** Fiche nº **48.011**

H. LAUTSCH. Begriffe und Verfahren der Richtungs- und Lagesteuerung bei Streckenvortriebmaschinen. *Notions et procédés de guidage en direction et en hauteur des machines à creuser les voies.* — **B.H.M.** (Berg- und Hüttenmännische Monatshefte), 1967, août, p. 231/238, 14 fig.

Définition du contrôle du niveau et de la direction de coupe en tant que concept fondamental des processus de déplacement et de mouvement de la machine, à appliquer dans la technique de guidage de celle-ci lors du creusement. Considérations critiques des différentes possibilités de déplacement, lors du creusement, des machines en fonction : 1) de la direction d'attaque des outils de coupe ; 2) du mode de progression de la machine ; 3) de l'arrangement et disposition des porte-outils. — Recherche des critères individuels en relation avec les différentes réactions de la machine. Les bases théoriques et les conséquences pratiques pour « gouverner » efficacement la machine autour des 3 axes orthogonaux. Le guidage continu autour de l'axe longitudinal de la machine au moyen d'un guidage du centre de gravité. Considération sur la relation existant entre la progression rectiligne et la mise en oeuvre des axes de la machine sous la dépendance de moments de guidage (moments agissants et de moments de réaction. Connexion des divers systèmes de revêtement et de garnissage lors du mouvement de progression. Les moyens auxiliaires qui se présentent à partir des expériences acquises à ce jour en technique de guidage. Le rayon Laser dirigé, la caméra de télévision orientée et la boussole giratoire. Exemple d'application et emploi combiné de ces systèmes. Mission et rôle du guidage, c'est-à-dire du contrôle du niveau et de la direction de coupe lors du creusement des traçages en veine.

IND. **C 44** Fiche nº **48.200**

A. PROUST, A. VALANTIN et R. COEUILLET. Le creusement des tunnels en roche tendre en U.R.S.S. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1967, octobre, p. 689/705, 12 fig.

Les boucliers pour roches tendres sont des machines robustes qui réalisent à la fois le creusement d'une galerie circulaire par une tête tournante et son soutènement provisoire. Trois de ces machines ont été étudiées : à Léningrad (diamètre 5,65 m), à Kiev (diamètre 3,6 m) et à Moscou (diamètre 5,65 m). La partie active de ces machines est la tête qui tourne autour d'un axe horizontal comportant sur sa face avant, les outils de coupe et les fenêtres pour le passage des produits abattus, alors que sur sa face arrière, des godets chargent ces produits et les déversent dans une goulotte suivie d'un convoyeur. Le soutènement définitif est constitué par des claveaux en béton mis en place mécaniquement. Entre la tête de coupe et le soutènement définitif, un bouclier (anneau en tôle épaisse glissant sans jeu dans la galerie) constitue le soutènement provisoire. Il n'existe qu'un découvert de 0,40 m entre tête et bouclier. Les opérations se déroulent en 3 temps : abattage par la tête qui progresse d'environ 0,40 m, le bouclier étant immobile, puis ripage du bouclier et enfin soutènement mis en place mécaniquement. Ces appareils bien adaptés à leur fonction, conduisent à des résultats sans doute encore perfectibles. Les auteurs rendent compte ensuite des visites de chantiers qu'ils ont effectuées. A Léningrad, la machine est utilisée au creusement d'un métro. Les avancements journaliers sont de 10 à 11 m. Le déblocage se fait par berlines tractées par locos à trolley. On y pratique l'aérage secondaire soufflant sur 1,5 km au plus ; un puits d'aérage au milieu du trajet permet d'éviter des complications de ventilation. A Kiev, il s'agit du creusement d'un collecteur d'eaux usées de 9 km. Dans le tronçon visité, la vitesse moyenne d'avancement est 18 m/jour avec des pointes de 25 m/jour. Le terrain est très humide et il n'y a

pas de poussières au chantier ; l'aérage y est faible : 15 m^3/min. Le soutènement est fait en claveaux de béton pleins. La machine est arrêtée par mesure de sécurité pendant la pose des claveaux.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT.

IND. **D 13** Fiche n° **48.194**

H.J. BAETHMANN. Abbaueinwirkung auf Flözstrecken und Wege zu ihrer Beherrschung. Ergebnisse von Modelluntersuchungen. *Influence de l'exploitation sur les voies en couche et moyens de la contrôler. Résultats de recherches de modèles.* — **Publication Verlag Glückauf, GmbH,** Essen, 1967, 115 p., 120 p. de fig.

I. Définition du problème. — II. La méthode : Matériaux équivalents pour modèles et lois d'analogie des modèles. Dispositions et installations des essais. Hypothèses de mise en charge. Les grandeurs mesurées. Les manifestations de rupture. — III. Sélection des conditions relevant de l'exploitation et de la géologie : Influences des exploitations, conduite de l'exploitation et des voies d'exploitation. Position, forme et soutènement des voies. Situation des voies par rapport à la couche et aux épontes. Soutènement en bordure. Mesures de détente. Constitution des couches du modèle. — IV. Représentation des influences d'exploitation sur les voies en couche dans l'essai de modèle : A) Voies individuelles à deux utilisations possibles et à section rectangulaire, en gisement en plateure. — B) Voies doubles avec une seule utilisation possible et à section rectangulaire, soit avec ou sans pilier résiduel de bordure, en gisement en plateure — C) Stabilité des voies d'exploitation en gisement penté (27°) en fonction de la position de la voie par rapport à la couche et aux épontes, de la forme de la section et du mode de soutènement — D) Comparaison des caractéristiques ressortissant à la mécanique des roches et à l'exploitation minière des modèles de voies étudiés — E) Effets d'exploitation sur les bouveaux de recoupe, en travers-bancs, des voies d'exploitation, lors du déhouillement chassant d'une taille qui s'approche ou qui s'éloigne dudit bouveau — F) Influences d'exploitation sur les voies en couches, exercées par des exploitations avoisinantes s'effectuant à des niveaux différents : a) par des exploitations sous-jacentes — b) par des exploitations sus- jacentes.

Biblio. 49 réf.

IND. **D 221** Fiche n° **48.248**

H. KRATZSCH. Ueber den Absenkungsfaktor in geneigter bis steiler Lagerung. *Sur le coefficient d'affaissement en semi-dressants et en dressants.* — **Bergbauwissenschaften,** 1967, novembre, p. 413/423, 18 fig.

Tout calcul des mouvements de terrain et des déplacements ponctuels au-dessus des exploitations sous-entend la connaissance du coefficient d'affaissement, rapport de l'affaissement maximal au jour par la puissance exploitée. Le coefficient d'affaissement dépend essentiellement de la convergence variable d'un point à un autre de l'exploitation et de la consistance du remblai mis en place. Des observations sur ces facteurs n'existant pas en nombre suffisant pour les dressants, l'auteur met en évidence l'affaissement des couches du toit, sur un modèle à double poutre sur appuis compressibles, sous une contrainte triangulaire. L'influence de l'effet de silo, du poids propre et de la sédimentation sur la densité du remblai en dressants est mise théoriquement en relief.

Résumé de la revue.

IND. **D 31** Fiche n° **48.244**

W. SCHAEFER et A. STECH. Holz als Werkstoff für den Grubenausbau. *Le bois en tant que matériau pour le soutènement.* — **Glückauf-Forschungshefte,** 1967, octobre, p. 251/262, 20 fig.

Les avantages et inconvénients du bois pour l'utilisation au fond des mines. L'humidité constitutive du bois, l'angle formé par la direction de la charge et celle des fibres. Effets exercés par la température et par la densité brute du bois sur les résistances à la compression, à la traction et à la flexion. La portance des étançons en bois et la résistance des bêles en bois, compte tenu de leur flexion. L'altération et la destruction du bois et la diminution de la portance par suite de la pourriture et de l'action des insectes. Traitements en vue de rendre le bois imputrescible et inattaquable par les insectes et parasites.

IND. **D 47** Fiche n° **48.180**

J.D. KIBBLE. Control systems for powered supports. *Les systèmes de contrôle pour les étançons à progression mécanique.* — **Colliery Guardian,** 1967, 3 novembre, p. 507/512, 3 fig.

L'article passe en revue les perfectionnements réalisés dans les systèmes de commande et de contrôle des unités de soutènement à progression mécanique avec comme but final l'automaticité des opérations de l'avancement dans les tailles. De grands progrès ont d'abord dû être obtenus dans la conception et la construction des vannes de commande du fluide utilisé dans les transmissions, avec pour objectif la sécurité et la simplicité des manoeuvres. Plusieurs systèmes ont été étudiés et appliqués : 1) Commande manuelle de chaque unité séparément — 2) Commande à partir de l'unité adjacente — 3) Commande de plusieurs unités voisines à partir des points échelonnés le long de la taille — 4) Système « Rebecca » dans lequel les unités sont groupées par quatre (généralement) avec un « maître » dans chaque groupe, relié au

tableau de commande à distance et de signalisation. Les autres unités « esclaves » n'ont aucun équipement électrique et sont actionnées par le circuit hydraulique commandé par le « maître » — 5) Commande à distance d'unités de soutènement individuelles. La commande par vérins hydrauliques du ripage du convoyeur blindé flexible, commande réalisable également à distance, complète l'équipement des tailles Rolf — dont plusieurs exemples sont cités en Grande-Bretagne. L'efficacité du système est augmentée par l'application de divers dispositifs parmi lesquels on cite le débitmètre hydraulique adapté aux unités de soutènement pour contrôler leurs circuits, et le traîneau transportant le long de la taille le préposé à l'entretien des équipements, traîneau muni d'un moteur pneumatique et cheminant sur un câble fixe.

IND. **D 53** Fiche n° **47.796**

SANYAS. Essais de remblayage pneumatique à la station expérimentale du jour des Houillères du Bassin de Lorraine. — **Houillères du Bassin de Lorraine, Direction des Etudes et des Travaux Neufs,** Document stencilé, 1967, 18 p., 55 pl.

Communication exposée au Colloque Interbassins. Carmaux, 1967, avril. L'auteur présente dans ce rapport les résultats d'expériences sur la remblayeuse Brieden KZS.250 qui était nouvelle et qu'il importait de tester avant sa mise en service au fond, des essais sur la machine classique KSZ. 150 et une première tentative de classement des remblais. Pour tous les essais, l'auteur s'est attaché à fournir un compte rendu fidèle et complet en précisant les conditions de l'expérience et en reportant sur des graphiques toutes les valeurs enregistrées. Il a ensuite fait des ajustements graphiques pour établir des lois simples. Les chercheurs pourront toujours se reporter aux valeurs réelles conservées pour établir des lois plus ajustées ou pour les relier à une théorie. Dans un dernier chapitre, se trouvent résumés les résultats de l'étude expérimentale à laquelle il a procédé. On y trouve des indications pratiques pour résoudre les problèmes qui se posent à l'exploitant pour l'utilisation des deux remblayeuses testées.

IND. **D 54** Fiche n° **48.031**

X. Cemented sandfill gains new popularity in mining. *Le remblayage avec du sable mélangé de ciment est de plus en plus employé en exploitation.* — **Engineering and Mining Journal,** 1967, août, p. 90/94, 7 fig.

Dans les mines métalliques exploitées par la méthode « cut and fill » avec remblayage hydraulique au sable, on a reconnu dans beaucoup de cas l'avantage de mélanger au sable du ciment, tout au moins dans la couche supérieure de la passe de remblayage. On diminue la dilution du minerai abattu et on améliore le soutènement. L'article décrit trois installations américaines de remblayage appliquant le système. Le mélange du ciment et du sable avec l'eau est préparé à la surface à proximité du puits ou sur le puits même. L'installation comprend silos d'emmagasinement, appareillage de distribution avec vibration, bacs mélangeur avec agitateur, appareils de contrôle, tuyauterie de descente, etc. La proportion de ciment varie de 1 pour 12 à 20 de sable. L'article donne des renseignements et des chiffres sur l'emploi de la méthode et les prix de revient relevés.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. **E 1332** Fiche n° **48.092**

K. MATOUSEK. Seilgurtförderer für lange und steile Strecken. *Transporteurs à courroie à câbles pour trajets longs et fortement ascendants dans les galeries.* — **Fördern und Heben,** 1967, octobre, p. 823/830, 13 fig.

Des transporteurs à courroie à câbles, au nombre d'environ 140 et d'une longueur atteignant 6 km, sont déjà en service dans les mines, les exploitations à ciel ouvert, les installations de préparation, les cimenteries et les ports, où ils assurent la manutention horizontale et ascendante des matières à raison de débits max. de 1.000 t/h. Ces types de transporteurs entrent également en ligne de compte pour l'alimentation en charbon de supercentrales. De même, l'utilisation d'un transporteur à courroie à câbles d'un débit d'environ 2.800 t/h est actuellement prévue pour l'évacuation des déblais dans une exploitation de lignite à ciel ouvert en Tchécoslovaquie. Les caractéristiques, la consommation d'énergie et les débits de manutention réalisables des transporteurs à courroie à câbles sont mentionnés dans l'article en se basant sur leur conception. Résumé de la revue.

IND. **E 6** Fiche n° **48.220**

R.K. DHIR. Handling supplies underground. *Le transport souterrain du matériel.* — **Colliery Guardian,** 1967, 10 novembre, p. 537/548, 4 fig.

L'article étudie les méthodes et les équipements servant au transport souterrain du matériel et des approvisionnements dans les charbonnages du Derbyshire et du Nottinghamshire. Des renseignements très détaillés ont été recueillis sur l'organisation et les moyens utilisés dans ces transports et qui comprennent : le transport classique par câbles, par locomotives, le car-coolie, le roulage sur rails, les monorails avec traction, soit par câbles, soit par locomotive, les tracteurs, les véhicules spéciaux automobiles. Une deuxième partie de l'article est consacrée aux méthodes rationalisées de transport du

matériel souterrain. L'étude très fouillée révèle que des imperfections diverses existent, tant dans l'organisation du transport souterrain du matériel et des approvisionnements que dans l'adaptation du moyen choisi à la tâche qu'il doit accomplir. Le rendement du transport s'avère généralement faible. Les exploitants sont arrivés à des résultats très satisfaisants dans les travaux en tailles et dans le transport de celles-ci au puits, mais on a quelque peu négligé les transports du puits aux tailles qui consomment trop de main-d'oeuvre et dont le rendement peut être fortement amélioré.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. **F 111** Fiche n° **48.096**

K.F. LUFT. Ein neues Sauerstoffmangel-Warn- und Messgerät. *Un nouvel appareil avertisseur et enregistreur de manque d'oxygène.* — **Glückauf,** 1967, 26 octobre, p. 1137/1139, 4 fig.

L'auteur décrit un nouvel instrument portatif qui, en ordre principal, fut conçu en vue d'indiquer les déficiences possibles de la teneur en oxygène dans les ouvrages miniers ventilés. L'appareil repose sur la mesure de la variation du paramagnétisme due à la différence de teneur en O_2 existant entre l'atmosphère extérieure et l'air de comparaison (témoin) apporté. L'intervalle de mesure de l'instrument s'étale entre 16 et 21 % d'O_2. A l'intérieur de cet intervalle, on peut, à volonté, fixer les limites de l'avertissement. La précision de la mesure s'élève à $\pm$ 0,2 % d'O_2 ; la durée de mise en station de l'appareil n'est que de 10 à 12 s. Cet équipement est déjà construit en série.

IND. **F 115** Fiche n° **48.201**

E. SIMODE. Le Centre de calcul d'aérage des Houillères du Bassin de Lorraine et son simulateur d'aérage. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1967, octobre, p. 706/728, 25 fig.

Le rôle du Centre de calcul d'aérage, installé à Merlebach, est de permettre de choisir l'installation optimale lors de la mise en route d'un plan nouveau d'exploitation et aussi de faire des contrôles d'aérages secondaires, les réceptions de ventilateurs et l'étude de la climatisation des chantiers. Les études entreprises abordent des problèmes divers relatifs : 1) à la production (limitation imposée par les conditions d'aérage, influence de la concentration) — 2) à la distribution des débits d'air — 3) aux charges motrices — 4) aux résistances aérauliques — 5) à la sécurité. Les opérations auxquelles se livre le Centre sont d'abord des campagnes de mesure (détermination des vitesses du courant d'air, des sections de passage d'air, des pertes de charge, des pressions barométriques, des caractéristiques de ventilateurs), puis le dépouillement des résultats (but : déterminer les résistances aérauliques des diverses branches) et enfin l'étude des projets sur simulateur d'aérage. Le simulateur cherche à reproduire, à échelle réduite, l'écoulement du fluide dans le réseau de galeries de mines, sous forme d'un réseau électrique. Pour que la simulation soit exacte, chaque fil-image d'une galerie comporte une cellule électrique appelée module qui laisse passer dans le fil une intensité proportionnelle à la racine carrée de la différence de potentiel aux bornes. Le réseau d'aérage est visualisé par des rubans colorés qui donnent une représentation de la mine. Trois types de modules permettent, soit de faire varier la résistance du circuit simulant la galerie, soit d'imposer une intensité déterminée dans le circuit, soit pour représenter les sas à résistance très forte, d'imposer une intensité à peu près proportionnelle à la différence de potentiel. Des contrôleurs de modules sont des organes spéciaux qui vérifient leur bon fonctionnement et le cas échéant corrigent leur caractéristique. L'installation, en service depuis le début de 1966, a coûté 310.000 FF pour le simulateur seul et 210.000 FF pour le bâtiment et annexes.

IND. **F 21** Fiche n° **48.063**

H. SIEFKE. Erfahrungen mit der CH4-Ausgasung, die Ueberwachung und Abwehrmassnahmen auf der Zeche Osterfeld. *Expériences acquises en matière de dégazage du CH4, de surveillance et de mesures d'évacuation au siège Osterfeld,* — **Bergbau,** 1967, octobre, p. 245/259, 19 fig., novembre, p. 289/294, 7 fig. et décembre, p. 318/327, 9 fig.

1. Principes généraux à la base d'un dégazage maximal dans les charbonnages. 2. Calcul a priori du gaz contenu dans un gisement houiller et intérêt pratique de ce calcul pour l'exploitation. 3. Processus du dégazage. 31. Origine du grisou. 32. Définition et extension de la zone de dégazage. 33. La voûte de pression et la zone des terrains influencés par l'exploitation, en tant que causes du dégazage fondamental. 34. L'« auge » d'affaissement et influence de celle-ci sur le dégazage additionnel. 4. La surveillance et le contrôle du dégagement de CH_4 au puits Osterfeld. 5. Equipements et appareils nécessités en connexion avec le captage du grisou par aspiration sur trous de sonde. 51. Tuyauteries de captage du grisou. 52. Foration des trous de sonde de captage. 6. La fonction du trou de sonde de captage du grisou, en rapport avec le dégazage total d'un chantier d'exploitation : Courbe traduisant l'allure du dégazage en fonction du débit du courant d'air de ventilation de la taille et des opérations de déhouillement du front de taille. Influence de l'aspiration du gaz sur l'allure du dégazage. Quelques exemples caractéristiques de trous

de sonde de captage, observés au charbonnage Wellington (Plan et disposition des sondages de captage. Pression, vitesse d'écoulement et concentration en CH_4 dans un trou de sonde donné, en fonction de l'éloignement de celui-ci par rapport à un front de taille en progression). Représentation graphique de l'application de l'équation de continuité et de la loi de l'écoulement de Bernouilli, à l'occasion du processus d'écoulement du gaz dans un trou de sonde de captage. 61. Résultats d'études de l'influence du captage du grisou, sur l'allure du dégazage, en fonction du type de tubage de scellement du trou de sonde. Evolution de l'allure du dégazage dans les tailles à captage du grisou, au puits Osterfeld et effets de nouvelles méthodes de captage du grisou. Mesures opérées, à l'aide de sondes de prélèvement, dans les fourneaux de captage, avec tubage de scellement en acier et étanchéisation réalisée au lait de ciment. Représentation, dans le temps, de l'allure du dégazage dans une voie de retour d'air avec captage de grisou. 62. Changements apportés au procédé de scellement par tubage des trous de sonde de captage du grisou. Description et performances des trois procédés ci-après : a) Tubage Hamach. b) Tubage en matière plastique et scellement plastique-hydraulique. c) Tubage à manchettes. — Allure et caractéristiques du dégazage de 4 tailles, le captage du grisou étant opéré dans chacune d'elles au moyen de trous de sonde à tubage de scellement de différentes espèces mentionnées ci-dessus et ce, pour des débits de ventilation invariables et aspiration du gaz au jour déconnectée de l'extracteur. Variation de la teneur en CH_4, de la vitesse d'écoulement et du débit en fonction de la longueur du tubage de scellement du trou de sonde de captage.

IND. **F 22** Fiche n° **48.178**

N.E. BROOKS. Experience with methane monitors. *Expériences avec des détecteurs de grisou.* — **Mining Congress Journal,** 1967, octobre, p. 32/37. 5 fig.

Les appareils détecteurs de grisou, élaborés par le U.S. Bureau of Mines, ont reçu un emploi croissant depuis 1965. Actionnés par un courant électrique de 12 V, ils consistent en une tête sensible qui se monte près du point d'attaque de la machine d'abattage et qui est connectée par câbles à un amplificateur de signaux placé au-dessus du tableau de contrôle devant l'opérateur. Cette tête sensible fonctionne sur le principe du pont de Wheatstone : les deux branches du pont sont des éléments revêtus d'alumine avec enduits différents. L'élément détecteur est recouvert de platine et brûle le grisou quand l'élément est chauffé. L'élément compensateur est scellé au verre et est inactif lorsqu'il est chauffé. La combustion du grisou élève la température de la branche thermique du pont dont le circuit est ainsi déséquilibré par le changement de résistance. La tête sensible, placée le plus près possible du front d'attaque est isolée contre les vibrations et fournit un enregistrement continu de la teneur en grisou. Des exemples d'applications au cours d'expériences au fond sont exposés avec leurs résultats. Des observations concernant l'interprétation de ces résultats sont présentées avec les conclusions pratiques qu'on peut en tirer.

IND. **F 31** Fiche n° **48.240**

N. HELWIG. Die Explosionsgrenzen von Fettkohlenstaub und ihre Veränderung durch explosionsträgen groben Staub. *Les limites d'explosion de poussière de charbons gras et leur déplacement par de grossses poussières inertes atténuant l'explosion.* — **Glückauf-Forschungshefte,** 1967, octobre, p. 229/233, 10 fig.

Des séries d'essais effectuées dans une chambre d'explosion et dans un tronçon de 200 m de galerie expérimentale ont montré que, pour une poussière de charbon gras typique, la tranche granulométrique la plus apte à la réaction se situe entre 15 et 35 μm.

Pour les grains très fins et pour les grains les plus grossiers, le pouvoir réactif de la poussière de charbon à l'explosion est très restreint. Les limites d'explosion augmentent et la puissance d'explosion qui en résulte décroît. Des grains dépassant 100 μm en calibre sont, par contre, à considérer comme étant tout à fait inertes. Cette poussière de charbon qui exerce un effet d'atténuation de l'explosion, n'est toutefois pas encore à même de rendre totalement inerte un nuage à turbulence de fines poussières, surtout lorsque la teneur absolue en particules grossières de poussières n'atteint pas une valeur extraordinairement élevée. Une comparaison avec la poussière neutre de roche en particules grossières montre également que la poussière stérile de roche, en granulométrie grossière correspondante, n'est pas beaucoup plus active que la précédente.

IND. **F 42** Fiche n° **48.239**

W. SCHUHKNECHT, H. KUNZ, H.G. KLINKNER et G. CULMANN. Qualitätsprüfung von Salzpasten unter besonderer Berücksichtigung des Staubbindervermögens. *Epreuve de qualité de pâtes de sel eu égard notamment au pouvoir de fixation des poussières.* — **Glückauf-Forschungshefte,** 1967, octobre, p. 221/227, 13 fig.

L'application du procédé à la pâte de sel suppose des méthodes appropriées en vue du contrôle de la qualité des pâtes de sel, tant par le fabricant que par l'utilisateur. L'article décrit en détail quelques méthodes d'épreuves. En vue de contrôler le processus d'épaississement des liquides incorporés à la pâte de sel, on détermine les temps d'écoulement, hors d'un entonnoir calibre, d'une quantité

donnée du mélange prélevé à titre d'éprouvette. La consistance de pâtes prêtes à l'usage est évaluée par la mesure du temps de pénétration, à l'état calme, avec un pénétromètre standardisé. Comme critère de jugement de l'aptitude au pompage des pâtes, des mesures de pénétration avec un dispositif d'agitation, d'une part, et de la stabilité de ramollissement au moyen d'un pétrin de graisse, d'autre part, sont nécessaires. Vu que les pâtes ont tendance à s'écouler le long des surfaces en pente, il importe de déterminer l'aptitude de celles-ci à l'adhérence ; aussi a-t-on développé un appareil à cette fin. Les déterminations de la densité fournissent des renseignements sur la concentration en sel. Particulièrement significative est également la détermination de la vitesse de fixation de la poussière. Les auteurs exposent ensuite les méthodes qui, dans cette optique, permettent une estimation rapide de la qualité des pâtes. Complémentairement, de telles méthodes d'épreuves rendent aussi possible une évaluation suffisamment précise des dépenses afférentes à l'exécution du procédé à la pâte de sel.

IND. **F 622** Fiche n° **48.094**

R. MUELLER. Verfahren zum Verhüten von Selbstenzündungsbranden in abgeworfenen Grubenbauen und in Bruchbaustreben bei der Saarbergwerke A.G. *Méthodes étudiées en vue de la prévention des combustions spontanées de charbon dans les parties abandonnées de l'ossature d'une mine et dans les tailles foudroyées en activité dans les « Saarbergwerke A.G. ».* — **Glückauf,** 1967, 26 octobre, p. 1125/1131, 8 fig.

Après avoir discuté les causes de l'auto-combustion des houilles, l'auteur expose deux méthodes de lutte préventive contre des feux endogènes, qui reposent sur le principe fondamental d'une réduction de l'alimentation en oxygène. Il décrit, en premier lieu, l'obturation d'ouvrages miniers au moyen de barrages, d'au moins 5 m de longueur en cendres volantes. Cette méthode est appliquée par la Saarbergwerke A.G. pour toutes les obturations et scellements de galerie ; elle vaut tant pour les couches de charbon sujettes à la combustion spontanée que pour celles qui ne le sont pas. Un développement subséquent de ce procédé consiste dans le scellement de vides ou d'espaces miniers au voisinage des puits, opération pour laquelle les couches nécessaires sont amenées de la surface au moyen d'une tuyauterie de transport installée dans le puits. L'auteur discute les principes dont il importe de tenir compte à cette occasion et qui ressortissent à la technique de mise en suspension de particules solides dans un fluide. Comme procédé ultérieur en vue de réduire la teneur en O^2 de l'atmosphère, l'auteur traite de l'étanchéification des barrages de galeries, établis dans les voies d'exploitation retraitante. Entretemps, le scellement au sable ou aux cendres volantes initialement utilisé pour les barrages de voies fut remplacé par la mousse ISO. On expose les avantages de ce procédé, considérés du double point de vue technique et économique.

IND. **F 64** Fiche n° **48.199**

R. MORIN. Réouverture du quartier Sud des Oules barré à la suite de l'incendie du 15 janvier 1966. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1967, octobre, p. 673/688, 13 fig.

La méthode utilisée pour la récupération du quartier barré a consisté à décomposer le quartier en circuits dérivés susceptibles d'être parcourus par un aérage primaire, puis à ouvrir successivement chaque circuit, en commençant par le plus éloigné du lieu de l'incendie, après l'avoir isolé du quartier par des barrages exécutés en atmosphère confinée, la durée des travaux d'isolement ayant été de 1 mois environ par circuit. A chaque ouverture de circuit, la chasse du grisou, surveillée à distance par télé-indications, a été exécutée aussi rapidement que possible, afin d'accélérer la mise en place, le renforcement et l'étanchéification des barrages du circuit récupéré, dans le but de gagner de vitesse un rallumage éventuel. Le délai de 3 jours au maximum qu'on s'était fixé chaque fois pour cette opération a été chaque fois suffisant. Dans le détail des opérations : A côté des observations concernant les précautions prises dans l'emploi des sauveteurs, dont notamment : entraînement préalable et contrôle médical permanent — emploi de Fenzy 63 en position de secours immédiat — refroidissement des chantiers à l'eau, la remarque qui paraît être la plus importante a trait aux difficultés de purge d'un circuit lorsque celui-ci englobe ou seulement côtoie d'anciens travaux. Un barrage ou un chemisage de ces vieux travaux, aussi long et aussi malaisé que puisse apparaître ce travail en atmosphère confinée, au premier abord, semble bien, en définitive, devoir être payant par la sécurité qu'il apporte aux opérations suivantes.

Résumé de la Revue.

H. ENERGIE.

IND. **H 0** Fiche n° **48.246**

J.G. POLACH. Perspectives sur l'énergie dans le monde communiste. — **Revue Française de l'Energie,** n° 194, 1967, octobre, p. 24/29.

Lorsqu'on les examine à la lueur du contexte du monde communiste, les déséquilibres énergétiques qui se développent dans chacun de ces pays semblent devoir constituer les problèmes politiques cruciaux des dix prochaines années. C'est l'objet de la présente enquête que d'estimer dans quelle mesure les besoins futurs en énergie pourront accentuer ces déséquilibres et fournir un puissant

mécanisme provoquant des changements qui influeront à la fois sur le taux de croissance économique et sur la configuration politique du bloc sino-soviétique tout entier. Afin d'aborder le problème sous un aspect adéquat, l'auteur commence par dresser rapidement un tableau des structures énergétiques actuelles dans ces pays divisés en trois grandes régions, à savoir l'Union Soviétique, l'Europe Orientale et l'Asie communiste, c'est-à-dire pratiquement la Chine rouge et, lorsque c'est utile, il fait un rapprochement avec la situation mondiale. Il évalue ensuite la structure de la production-consommation d'énergie dans ces régions en 1980 et même, si possible, au delà de cette date, en indiquant également ce que la prévision de ces quantités d'énergie signifie en termes de réserves énergétiques nécessaires. Ces prévisions servent de base à une spéculation finale sur les implications de la situation énergétique future pour la cohésion politique du bloc et de ses rapports avec le monde libre.

IND. **H 541** Fiche n° **48.095**

R. von VELSEN-ZERWECK et A. WEBER. Polumschaltbare Motoren zur Leistungssteigerung beim Hobeln. *Moteurs à nombre de pôles variable utilisés en vue de l'augmentation du rendement des rabots.* — **Glückauf,** 1967, 26 octobre, p. 1131/1136, 2 fig.

Les auteurs exposent successivement les aspects suivants de la question : Expériences acquises, au siège Werne, avec les méthodes de rabotage conventionnelles — Méthode de dépassement. Au siège Werne, le rapport vitesse rabot/vitesse convoyeur, qui fut trouvé optimal, est 3/1 (c'est-à-dire 1,5 m/s : 0,5 m/s). — Méthode à 2 vitesses de rabot différentes, c'est-à-dire vitesse de rabot différente à la course montante et à la course descendante. — Commentaires et appréciation des types d'entraînement du rabot : 1) commande hydrostatique ; 2) boîte de vitesses ; 3) réducteur à deux moteurs ; 4) moteurs électriques à courant continu et groupe Léonard ; 5) moteurs à courant alternatif, à nombre de pôles variable. — Description et caractéristiques des têtes motrices choisies comportant des moteurs à nombre de pôles variable. — Accroissement réalisé du rendement — Tête motrice du convoyeur de taille.

IND. **H 543** Fiche n° **48.040**

F.E. TAYLOR. Cutter transmission gears. *Les engrenages de transmission (réducteurs de vitesse) de haveuses (ou abatteuses).* — **Colliery Engineering,** 1967, octobre, p. 398/405, 9 fig.

Cet article décrit la méthode générale utilisée au Central Engineering Establishment du National Coal Board pour déterminer la capacité de charge des engrenages de machines d'abattage et de havage. Il montre comment la méthode a été appliquée au dessin et à la construction des jeux d'engrenages de la machine NCB-Dosco Dintheader. Les deux considérations principalement envisagées sont : la définition de la charge (effort) à laquelle les engrenages seront soumis et l'appréciation des forces destructives éventuellement à considérer. Egalement la nécessité de maintenir les dimensions du jeu de pignons aussi réduites que possible, tout en conservant une marge de sécurité élevée.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES.

IND. **I 04** Fiche n° **48.243**

J. OLAF. Technologische Untersuchungen über die Wirkung von Ultraschall hoher Intensität auf Kohle. *Etudes technologiques de l'effet d'ultra-sons d'intensité élevée, sur le charbon.* — **Glückauf-Forschungshefte,** 1967, octobre, p. 247/249, 1 fig.

Disposition et arrangement de l'appareillage d'essai — Extraction de particules de charbon dans des dissolvants — Coagulation des schlamms ultrafins — Pulvérisation « extra-fine » subséquente de charbons broyés, par voie mécanique, dans une première phase — Compression d'agglomérés et de boulets — Evacuation de l'eau des schlamms filtrants — Séparation du gaz brut de brouillards de goudron. Telles sont, autant d'applications industrielles des ultra-sons. *En résumé*, dans le domaine des méthodes chimiques, par exemple lors des essais d'extraction sous les conditions expérimentales normales du point de vue température et pression, il est possible d'accroître notablement le taux d'efficacité des opérations. L'application des ultra-sons lors de la fabrication des agglomérés de presse, par le procédé mécanique traditionnel fut particulièrement couronnée de succès. En l'occurrence on parvint à produire ainsi, déjà avec de faibles pressions statiques, des agglomérés de fines de charbon caractérisés par une densité de 1,1.

IND. **I 31** Fiche n° **47.508II**

F.W. MAYER. Allgemeine Grundlagen der T. Kurven. 2 Teil : Kritik der Kennwerte der T. Kurven. *Les bases générales des courbes T (courbes de partage). 2me partie : Critique des indices des courbes T.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1967, décembre, p. 673/678, 3 fig.

Après avoir exposé les règles les plus importantes pour tracer les courbes T, l'auteur analyse les indices d'imprécision de séparation qui en découlent. Il y a lieu de distinguer entre deux groupes d'indices : ceux qui n'ont trait qu'à une partie de la courbe T et ceux qui se rapportent à la courbe T entière. Parmi les premiers se rangent l'écart de Terra, appelé faussement « écart probable », qui sera l'objet d'explications détaillées. L'indice sur la base des

ordonnées 65 et 35 est à décliner puisqu'il définit l'imprécision de séparation avec une précarité encore plus grande. Une amélioration est l'indice de Mayer avec les ordonnées 90 et 10, qui couvre 80 % de la plage d'erreur de séparation. L'imperfection constitue un exemple des indices sans dimension que l'on peut obtenir à l'aide des valeurs du premier groupe. Ils caractérisent une espèce d'imprécision relative de séparation et ils ne peuvent s'employer que dans certains cas. Sont à rejeter les indices sous forme d'angles d'inclinaison qui dépendent des dimensions du diagramme et ne constituent aucun progrès. La somme des surfaces de Tromp et l'indice récent, sous la forme des moments statiques de ces surfaces, ramené à l'axe de la coupure, sont des indices qui tombent dans la deuxième catégorie.

Résumé de la revue.

IND. **I 31** — Fiche n° **46.843**II

T. BRERETON. Statistical methods used in coal preparation. Normal, log-normal distributions and partition curves. *Les méthodes statistiques utilisées en préparation du charbon. Distributions normales, log-normales et courbes de séparation.* — **Coal Preparation,** 1967, novembre/décembre, p. 230/236, 3 fig.

L'article précédent traitait des distributions de fréquence et de leur analyse. Nous pouvons maintenant envisager deux types importants de distributions de fréquence, à savoir le type normal et le type log-normal. Leur application à une étude de courbes de séparation Tromp est alors examinée et discutée. Le début de l'article explique les termes ci-dessus, puis expose les propriétés d'aires de la courbe de fréquence normale et la fonction d'erreur. L'anamorphose des courbes normales et log-normales, c'est-à-dire leur transformation en une ligne droite est ensuite étudiée et on termine par l'application à la courbe de séparation Tromp.

IND. **I 35** — Fiche n° **48.027**

M. CLEMENT. Probleme der Flotation feiner Schlämme. *Problèmes de la flottation des schlamms ultrafins.* — **Zeitschrift für Erzbergbau und Metallüttenwesen,** 1967, octobre, p. 447/454, 10 fig.

L'auteur décrit le développement de la technique de préparation de minerais très fins, dans laquelle la flottation prend une importance sans cesse croissante. Il discute l'état actuel, d'une part, des connaissances relatives à la flottation des boues très fines et, d'autre part, des méthodes d'investigation appliquées à l'Institut de Préparation des Minerais de l'Ecole Technique Supérieure de Clausthal.

Bibliographie : 21 références.

IND. **I 41** — Fiche n° **48.100**

G.A. MASON. Dewatering and drying of coal. *L'égouttage et le séchage du charbon.* — **Coal Preparation,** 1967, septembre/octobre, p. 185/189, 3 fig. et novembre/décembre, p. 237/243, 1 fig.

L'article expose et discute quelques procédés utilisés pour l'égouttage dans la préparation du charbon en Grande-Bretagne. Des types récents d'appareils d'essorage sont mentionnés, opérant sur des catégories de 12 × 0,5 mm avec mouvement vibratoire diminuant le bris du charbon. On décrit un appareil d'essorage du charbon très fin (en dessous de 0,5 mm produit par flottation). Il consiste en un tambour perforé horizontal ; un tissu filtrant est fixé à l'intérieur, sur lequel se forme un gâteau déshydraté de forme annulaire qui est « pelé » par un couteau. L'opération est discontinue, avec une charge de 1250 litres. Diamètre du tambour 2 m. Durée d'opération 11 min. Les résultats sont satisfaisants. On attire l'attention sur l'importance de la réduction d'humidité dans la préparation des fines industrielles et on signale les travaux concernant la filtration sous vide avec l'aide de la chaleur, en particulier avec application de la vapeur. Le séchage thermique a soulevé un intérêt croissant au cours des dernières années et deux installations récentes sont décrites avec quelques détails, dans le bassin de Durham. — Conclusions.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE.

IND. **J 12** — Fiche n° **48.121**

K.H. WEHMEIER. Bandförderer in der Aufbereitungstechnik. *Les transporteurs à bande utilisés en préparation.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1967, octobre, p. 538/548, 28 fig.

Les éléments constitutifs du transporteur à bande, tels que galets porteurs, charpente de support, commande et ensemble tendeur sont l'objet d'une description détaillée. L'auteur étudie l'action du chargement du matériau sur la bande et présente une couverture de conception récente pour la fente d'une trémie, pour le cas d'un chargement de trémie. Les difficultés rencontrées avec le nettoyage de la bande véhiculant un produit humide et collant sont mises en évidence. Pour le chargement sur véhicules ou la mise sur terril de matières en vrac, on se sert de transporteurs à bande mobiles et de hauteur variable. L'auteur présente aussi un nouveau type de transporteur à bande, particulièrement approprié au transport de produits chauds, qui est une combinaison du transporteur à courroie et du tablier métallique. — Résumé de la revue.

IND. J 17 Fiche n° **48.214**

X. Outloading at Monktonhall. *L'installation de déchargement à Monktonhall.* — **Colliery Engineering,** 1967, novembre, p. 418/422, 3 fig.

Le charbonnage de Monktonhall alimente la nouvelle centrale thermique de Cockenzie, au sud du Firth of Forth, Ecosse : 3 Mt/an. La production est de 450 t/h, avec les moyens de transport par wagons traditionnels, les installations d'emmagasinement et de déchargement, les voies ferrées etc..., ce transport demanderait 2000 wagons et une surface de 100 hectares. Grâce à un système de contrôle automatique assurant l'emploi efficace des wagons, le nombre de ceux-ci est réduit à 85 et la surface à 1,6 hectare. Le principe est celui du carrousel ; pas de stationnement des wagons dans des voies de garage ou d'aiguillage, wagons de 32 t à déchargement par le fond automatique et fermeture également automatique après déchargement à la Centrale, située à 10 km du charbonnage. Pas de manoeuvres d'accrochage et décrochage. Capacité du silo d'emmagasinement 3000 t, longueur égale à celle de 5 wagons. Cinq trémies peseuses chargent simultanément et automatiquement ces 5 wagons. Toutes les opérations sont signalées et contrôlées par un seul opérateur à un tableau dans une cabine près du silo, avec un équipement électronique digitalique. L'article fournit des détails sur l'installation et sur son mode de fonctionnement. Le charbon utilisé par la Centrale ne comporte qu'une seule catégorie, 0-25 mm.

IND. J 18 Fiche n° **48.122**

M. WEBER et N. SCHAUKI. Pneumatische und hydraulische Förderung. *Transports pneumatique et hydraulique.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1967, octobre, p. 549/558, 14 fig.

Au cours des 50 dernières années, le transport de solides véhiculés par des liquides ou gaz a pris une place importante dans l'industrie et ne cesse de gagner du terrain, pas seulement comme moyen de transport : Ce sont particulièrement ces systèmes de transport qui permettent, en cours de transport, des réactions chimiques ou physiques entre le matériau véhiculé et le milieu transporteur. Le texte donne un aperçu des systèmes de transport au moyen d'un fluide, de leurs réalisations les plus importantes, de leur débit et de leurs particularités techniques. Ensuite, les auteurs indiquent des données de calcul qui tiennent compte des conditions physiques. Ceci est aussi possible dans une certaine mesure pour le transport hydraulique, puisque de nombreuses lois régissant les milieux gazeux se vérifient également en milieux liquides. Les relations physiques peuvent être traitées pour la plus grande partie d'après les lois de la dynamique des fluides classique, mais il s'ajoute encore quelques particularités dues aux particules solides contenues dans le courant à deux phases.
Résumé de la revue.

IND. J 18 Fiche n° **48.123**

H.J. SCHMIDT-HOLTHAUSEN. Moderne pneumatische Fördereinrichtungen. *Equipements modernes de transport pneumatiques.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1967, octobre, p. 559/566, 17 fig.

Depuis 20 ans environ, l'emploi de moyens pneumatiques de transport ne cesse d'évoluer. Les principes, d'après lesquels le matériel pneumatique de manutention opère, sont expliqués sommairement. L'auteur donne la description des différents moyens d'introduction dans le milieu transporteur tels que convoyeur à injection, pompe Fuller, sas rotatif, cuve à pression, airlift et aspiration pneumatique. Dans le cas d'une réalisation nouvelle pour le déchargement pneumatique par aspiration de cargos, le produit est remis en permanence à la tuyère d'aspiration au moyen de deux disques rotatifs de distribution. Le « Verlademobil » est un appareil pneumatique nouveau pour charger des matières en vrac à grains fins sans dégagement de poussière.
Résumé de la revue.

IND. J 6 Fiche n° **48.020**

C. HEINE. Le problème de l'épuration des eaux usées. — **Journal des Ingénieurs,** 1967, 3me trimestre, p. 11/20, 2 fig.

La présente note vise à mettre en évidence les problèmes posés, en Belgique, par la protection des eaux de surface et les procédés d'épuration actuellement utilisés dans ce but. Au sommaire : Situation actuelle de la lutte contre la polution des eaux en Belgique. Caractéristiques des eaux usées. Législation relative à la protection des eaux de surface. Procédés d'épuration des eaux usées (Traitements physique, chimique et biologique). Classification des installations d'épuration d'eaux usées : a) Les fosses septiques et fosses Emboff. b) Les stations d'épuration du type conventionnel. Caractéristiques générales des stations d'épuration conventionnelle : a) Traitement physique. b) Epuration biologique par lits bactériens. c) Procédé biologique par boues activées. d) Digestion de boues. e) Traitement des boues. f) Auxiliaires — Principes d'une installation type combiné ou monobloc — Quelques données économiques. Conclusions.

P. MAIN-D'ŒUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. P 32 Fiche n° **48.170**

H. SCHRAER. Die Art der Entlohnung in Streben mit vollmechanischer Gewinnung. *Le mode de rémunération dans les tailles entièrement mécanisées.* — **Glückauf,** 1967, 9 novembre, p. 1174/1180, 4 fig.

Résultats d'une enquête effectuée auprès des sociétés membres de l'« Unternehmensverband Ruhr-

bergbau und Aachener Steinkohlenbergbau ». Données géologiques et techniques relatives aux 440 tailles examinées. Proportions des différentes formes de prix de tâche. Quote-part des différents modes de prix de tâche. Répartition des postes prestés avec des salaires fixés en fonction des salaires d'une catégorie d'ouvriers importante (par exemple personnel au soutènement). Répartition des postes prestés comportant d'autres formes de rémunération. Répartition des formes de rémunération suivant les opérations élémentaires.

IND. **P 32** Fiche n° **48.255**

H. SCHRAER. Vorschläge für neuartige Entlohnungsformen in mechanisierten Betrieben. *Propositions en vue de nouvelles formes de rémunération dans les tailles mécanisées.* — **Glückauf,** 1967, 23 novembre, p. 1201/1206, 4 fig.

Rémunération affectée de primes, dans l'industrie. Jusqu'à quelle limite l'ouvrier est-il capable d'influencer les résultats de son propre travail. Classification des ouvriers en groupes à chacun desquels correspond un salaire différent. Importance du collectif. Le prix à la tâche sous forme de salaire de base en tant que nouveau système de rémunération dans les chantiers mécanisés du fond. Conditions tarifaires pour l'instauration d'un prix à la tâche, sous forme d'un salaire de base. Autres propositions pour la rémunération des ouvriers dans les chantiers mécanisés.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. **Q 1153** Fiche n° **48.251I**

H.J. ERTLE. Der Bergbau in der Sowjetunion und seine technische Ausrüstung. *L'industrie minière en Union Soviétique et son équipement technique.* — **Bergfreiheit,** 1967, novembre, p. 238/244, 10 fig.

0. Généralités — Introduction. 1. La production minière de l'U.R.S.S. : Développement de la production de quelques-unes des matières premières minérales les plus importantes de l'U.R.S.S. (charbon, lignite, pétrole, gaz naturel, minerais de fer et de manganèse, sels de potasse, etc). Tableau comparatif de la croissance des principales grosses industries de base de l'U.R.S.S. et des U.S.A. Productions annuelles 1960 et prévisions (selon plan) pour 1970 et 1980, de la production en charbon (en mines profondes, en mines à ciel ouvert), en minerais de fer, en acier, en produits fertilisants, etc. 2. Données sur les principaux districts miniers soviétiques : a) Gisement de minerais de fer du Kriwoj Rog. b) Gisement de manganèse de Nikopol. c) Bassin houiller du Donetz. d) Gisement de lignite du district de Moscou. e) Gisement de sels de potasse de Soligorski. 3. L'équipement technique des mines souterraines d'U.R.S.S. : Mécanisation du front de taille des charbonnages : abatteuses-chargeuses (pour plateures et pour semi-dressants ; soutènements mécanisés (par cadres et par boucliers). Mécanisation du creusement des traçages et des voies d'exploitation.

IND. **Q 1160** Fiche n° **48.179**

R.E. SALVATI. American coal on the move. *Le charbon américain en progrès.* — **Mining Congress Journal,** 1967, octobre, p. 97/105, 6 fig.

En 1940, les chemins de fer américains consommaient 20 % de la production charbonnière. Depuis lors, dans ce domaine comme dans d'autres, le charbon a perdu la moitié de ses marchés. Cependant, la production n'a pas diminué, au contraire, grâce au développement de la consommation d'électricité. Le rendement a triplé et une évolution profonde s'est accomplie dans les moyens techniques. Le personnel occupé est tombé de 422.000 à 128.000, mais les salaires ont augmenté d'environ 400 %. La spécialisation des techniciens se développe rapidement. Les problèmes de pollution de l'air et des eaux sont étudiés, en conformité avec des mesures de législation nouvelles. On prévoit pour l'an 2000 une production de 1 milliard de tonnes. Les exploitations se concentrent, la production par siège augmente. Un tiers de la production actuelle provient des mines à ciel ouvert. La méthode d'exploitation par longues tailles gagne du terrain. La technologie des transports se perfectionne. En même temps, de grands efforts sont consacrés à l'amélioration de la sécurité. L'équipement des moyens d'exploitation classique accomplit des progrès importants en même temps que les installations de préparation qui doivent répondre aux exigences nouvelles du marché. Tous ces différents points sont mis en évidence par des exemples caractéristiques.

R. RECHERCHES. DOCUMENTATION.

IND. **R 113** Fiche n° **48.102**

G.K. GREENOUGH. Mechanical engineering at the Safety in Mines Research Establishment. *La construction mécanique au S.M.R.E.* — **The Mining Electrical and Mechanical Engineer,** 1967, octobre, p. 207/212, 4 fig.

L'organisme de recherches et d'études britannique concernant la sécurité dans les mines, SMRE, occupe 400 personnes et est puissamment outillé.

L'article expose quelques sujets qui ont fait l'objet de ses activités récentes : 1) Evite-molettes, parachutes. Le problème se pose différemment pour les machines à tambour et pour le système Koepe qui ne s'accommode pas du crochet détachable. Les différentes solutions sont examinées, notamment les guides rapprochés, les mains-courantes de guidage munies de matériau écrasable : aluminium en ruche d'abeille, mousse de zinc ou de plastique, mousse de polyuréthane etc... 2) Examen de câbles en fils d'acier. Causes et signes de détérioration. Inspection et épreuves. Mise hors service. 3) Pattes de câbles confectionnées à la résine au lieu de métal blanc ; la résine liquide est mélangée à du sable fin siliceux. Mélange à froid et solidification en une heure. Mode de confection. 4) Soutènement du toit. Conditions à remplir par les bêles métalliques. Traitement thermique. 5) Mesure des forces de traction et de suspension par câbles dans les galeries horizontales ou inclinées et dans les puits. Diagrammes enregistrés par dynamomètres. 6) Résistance des accessoires de traction et de suspension : crochets, attaches, chaînes. 7) Jets d'eau à haute pression pour attaque des roches et du charbon. On utilise des pressions atteignant 6000 atm au moyen d'un appareil et d'une lance appropriés. Résultats encourageants. 8) Etudes sur pièces mécaniques ayant subi des avaries en service.

Y. CONSTITUTION, PROPRIETES ET ANALYSE DES COMBUSTIBLES SOLIDES FOSSILES.

IND. **Y 42** Fiche n° **48.242**

H. TRENKLER. Die rechnerische Ermitlung der Wärmewerte einzelner Produkte einer Steinkohlenaufbereitung. *Détermination, par voie de calcul, du pouvoir calorifique des produits individuels d'une préparation de houilles.* — **Glückauf-Forschunghefte,** 1967, octobre, p. 241/245.

L'auteur apporte réponse aux questions posées relativement aux aspects spécifiques ci-après du sujet : 1) Quelle est la valeur du pouvoir calorifique (P.C.) de la substance combustible, exempte d'eau et privée des matières minérales contenues ? Peut-on accepter celle-ci comme étant la même et constante pour tous les produits issus de l'atelier de préparation ? 2) Quelle est la valeur du « facteur de minéralisation » (c'est-à-dire du rapport de la teneur en matières minérales à la teneur en cendres) pour les produits individuels préparés ? 3) Quelle est la valeur relative de l'accroissement (Δ Q) de la quantité totale Q de calories dégagées lors des réactions chimiques de combustion et correspondant à la quote-part de la matière minérale elle-même. Ce Δ Q doit-il être pris en considération pour la détermination par voie de calcul, du P.C. des charbons préparés.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

ORGANE OFFICIEL

de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière et de l'Administration des Mines

Editeur : EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES
rue Borrens, 37-41, Bruxelles 5 - Tél. 47.38.52 - 48.27.84

NOTICE

Les « Annales des Mines de Belgique » paraissent mensuellement. En 1967, 1491 pages de texte, ainsi que de nombreuses planches hors texte, ont été publiées.

L'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar) assume la direction et la rédaction de la revue. Celle-ci constitue un véritable instrument de travail pour une partie importante de l'industrie nationale en diffusant et en rendant assimilable une abondante documentation :

1) Des statistiques très récentes, relatives à la Belgique et aux pays voisins.

2) Des mémoires originaux consacrés à tous les problèmes des industries extractives, charbonnières, métallurgiques, chimiques et autres, dans leurs multiples aspects techniques, économiques, sociaux, statistiques, financiers.

3) Des rapports réguliers, et en principe annuels, établis par des personnalités compétentes, et relatifs à certaines grandes questions telles que la technique minière en général, la sécurité minière, l'hygiène des mines, l'évolution de la législation sociale, la statistique des mines, des carrières, de la métallurgie, des cokeries, des fabriques d'agglomérés pour la Belgique et les pays voisins, la situation de l'industrie minière dans le monde, etc...

4) Des traductions, résumés ou analyses d'articles tirés de revues étrangères.

5) Un index bibliographique résultant du dépouillement par Inichar de toutes les publications paraissant dans le monde et relatives à l'objet des Annales des Mines.

Chaque article est accompagné d'un bref résumé en français, néerlandais, allemand et anglais.

En outre, chaque abonné reçoit gratuitement un recueil intitulé « Administration et Jurisprudence » publiant en fascicules distincts rassemblés dans une farde cartonnée extensible, l'ensemble des lois, arrêtés, réglements, circulaires, décisions de commissions paritaires, de conférences nationales du travail ainsi que tous autres documents administratifs utiles à l'exploitant. Cette documentation est relative non seulement à l'industrie minière, mais aussi à la sidérurgie, à la métallurgie en général, aux cokeries, et à l'industrie des synthèses, carrières, électricité, gaz, pétrole, eaux et explosifs.

Les abonnés aux « Annales des Mines » peuvent recevoir **gratuitement** les Bulletins Techniques de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar) : « Mines », «Houille et Dérivés». Les demandes sont à adresser à Inichar, Bois du Val-Benoît, rue du Chéra, Liège.

* * *

N.B. — *Pour s'abonner, il suffit de virer la somme de 600 francs (650 francs belges pour l'étranger) au compte de chèques postaux n° 1048.29 des Editions Techniques et Scientifiques, rue Borrens 37-41, à Bruxelles 5.*
Tous les abonnements partent du 1er janvier.

Tarifs de publicité et numéro spécimen gratuit sur demande.

ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

OFFICIEEL ORGAAN

van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid en van de Administratie der Mijnen

Uitgever : EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES
Borrensstraat, 37-41, Brussel 5 - Tel. 47.38.52 - 48.27.84

BERICHT

De Annalen der Mijnen van België verschijnen maandelijks. In 1967 werden 1491 bladzijden tekst alsmede talrijke tabellen buiten tekst gepubliceerd.

Het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid neemt de taak van het bestuur en de redactie van het tijdschrift op zich. Dit laatste vormt een wezenlijk arbeidsinstrument voor een groot aantal nationale bedrijven dank zij het verspreiden en het algemeen bruikbaar maken van een zeer rijke documentatie :

1) Zeer recente statistieken betreffende België en de aangrenzende landen.

2) Originele memories, gewijd aan al de problemen van de extractieve nijverheden, de kolen- en de ijzer- en staalnijverheid, de chemische nijverheid en andere, onder haar veelvoudige technische, economische, sociale, statistische en financiële aspekten.

3) Regelmatige verslagen — principieel jaarlijkse — opgesteld door bevoegde personaliteiten, betreffende bepaalde grote problemen zoals de mijntechniek in 't algemeen, de veiligheid in de mijnen, de mijnhygiëne, de evolutie van de sociale wetgeving, de statistiek van de mijnen, van de groeven, van de ijzer- en staalnijverheid, van de agglomeratenfabrieken voor België en aangrenzende landen, de toestand van de steenkolennijverheid over de gehele wereld, enz.

4) Vertalingen, samenvattingen of ontledingen van aan buitenlandse tijdschriften ontleende artikelen.

5) Een bibliografische inhoudsopgave, opgesteld na grondig onderzoek van alle publicaties ter wereld die betrekking hebben op de door de Annalen der Mijnen behandelde onderwerpen.

Elk artikel wordt voorafgegaan van een beknopte samenvatting in 't Frans, in 't Nederlands, in 't Duits en in 't Engels.

Bovendien ontvangt ieder abonnee een verzameling getiteld « Administratie en Rechtspraak » en die — in onderscheiden bundels in een rekbare gekartoneerde omslag — de gezamenlijke wetten, besluiten, reglementen, omzendbrieven, beslissingen van paritaire comité's en van internationale arbeidsconferenties publiceert, alsmede alle andere voor de exploitant nuttige administratieve bescheiden. Deze documentatie betreft niet alléén de steenkolennijverheid, doch ook de staalnijverheid, de metaalnijverheid in 't algemeen, de cokes- en synthese nijverheid, de groeven, de elektriciteit, het gas, de aardolie, het water en de springstoffen.

De abonnees van de « Annalen der Mijnen » bekomen insgelijks, kosteloos en op aanvraag, de door het Nationaal Instituut voor de steenkolenmijnen opgestelde technische tijdschriften : « Mijnen » en « Steenkolen en Derivaten ». Het volstaat een aanvraag te richten tot **Inichar,** Bois du Val-Benoît, rue du Chéra, Liège.

* * *

N.B. — *Men abonneert zich door de som van 600 F over te schrijven op de postrekening nr 10.48.29 van « Editions Techniques et Scientifiques », Borrensstraat, 37-41, te Brussel 5.*

Alle abonnementen nemen aanvang van 1 januari af.

Men bekomt, kosteloos en op aanvraag, de publiciteitstarieven alsmede een proefaflevering.

Imprimerie Robert LOUIS, s.p.r.l. 37-41, rue Borrens, Bruxelles 5
Drukkerij Robert LOUIS, p.v.b.a., Borrensstraat, 37-41, Brussel 5